

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



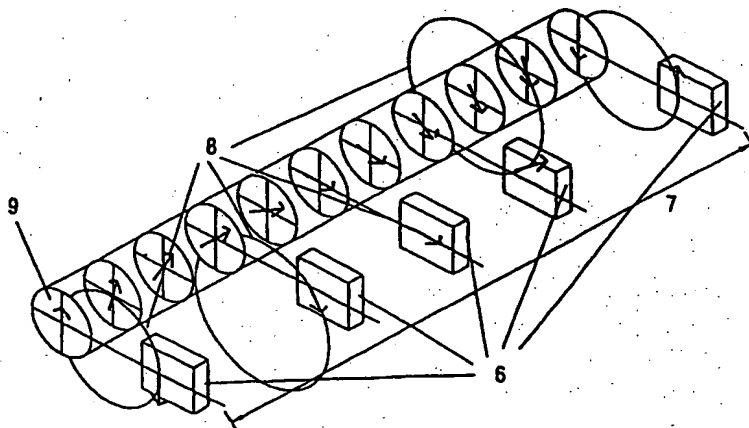
(51) Internationale-Patentklassifikation ⁷ : G01D 5/14, 5/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/54010 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. September 2000 (14.09.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00788 (22) Internationales Anmeldedatum: 10. März 2000 (10.03.00) (30) Prioritätsdaten: 199 10 636.3 10. März 1999 (10.03.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BROSE FAHRZEUGTEILE GMBH & CO. KG, COBURG [DE/DE]; Ketschendorfer Strasse 38-50, D-96450 Coburg (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DETTMANN, Fritz [DE/DE]; Altvaterweg 4, D-35586 Wetzlar (DE). LOREIT, Uwe [DE/DE]; Theutbirgstrasse 4, D-35580 Wetzlar (DE). BISCHOFF, Heike [DE/DE]; Bergstrasse 15, D-96450 Coburg (DE). DOHLES, Hilmar [DE/DE]; Rosengasse 15, D-96274 Itzgrund (DE). (74) Anwalt: Maikowski & Ninnemann; Xantener Strasse 10, D-10707 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: LENGTH MEASUREMENT SYSTEM WITH AT LEAST ONE MAGNETIC MEASURING ROD

(54) Bezeichnung: LÄNGENMESSSYSTEM MIT MINDESTENS EINEM MAGNETISCHEN MASSSTAB

(57) Abstract

In at least one measuring rod of the length measurement system the direction of magnetization is situated in the plane of the measuring rod cross-section which is perpendicular to the direction of measurement and forms a magnetization pattern. In the simplest case the magnetization of the cross-section is homogenous. As one advances in the direction of measurement the magnetization pattern is increasingly rotated in relation to the starting end of the measuring rod. This magnetization results in a magnetic field whose direction is also continuously rotated as one advances in the direction of measurement. By means of at least one magnetic field sensor which responds to the direction of the magnetic field the prevailing field angle for each position is determined and can be clearly assigned to said position for a multitude of different variants of the length measurement system. The following are particular advantages of the invention: uniform field strengths across large measurements lengths permit uniform measurement conditions and therefore few errors; in case of coded representation of the length multi-valued codes can be easily represented; and high resolutions can be achieved with a very low number of sensors.



(57) Zusammenfassung

Bei mindestens einem Massstab des Längenmesssystems liegt die Magnetisierungsrichtung in der Ebene seines senkrecht auf der Messrichtung stehenden Querschnittes und bildet ein Magnetisierungsmuster. Im einfachen Fall ist die Magnetisierung des Querschnittes homogen. Mit Fortschreiten in Messrichtung ist das Magnetisierungsmuster gegenüber dem am Massstabsanfang zunehmend verdreht. Die Magnetisierung führt zu einem Magnetfeld, dessen Richtung mit Fortschreiten in Messrichtung ebenfalls ständig weiter gedreht wird. Mit mindestens einem Magnetfeldsensor, der auf die Richtung des Magnetfeldes anspricht, wird der in der jeweiligen Position vorhandenen Feldwinkel bestimmt und kann für viele unterschiedliche Varianten des Längenmesssystems der Position eindeutig zugeordnet werden. Von Vorteil ist besonders, dass hier über grosse Messlängen gleichmässige Feldstärken über der Länge gleiche Messbedingungen und damit geringe Fehler zulassen und dass bei codierter Darstellung der Länge mehrwertige Codes einfach darstellbar sind und grosse Auflösungen mit sehr geringen Sensorzahlen erreicht werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Längenmeßsystem mit mindestens einem magnetischen Maßstab

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Längenmeßsystem, bestehend aus einem oder mehreren magnetischen Maßstäben nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Erfindung bezieht sich dabei insbesondere auf ein magnetisches Längenmeßsystem, wie es beispielsweise zur automatischen Bestimmung von Positionen, Längen und Abständen besonders unter rauen Umgebungsbedingungen im Maschinenbau oder in der Automobiltechnik eingesetzt wird.

Magnetische Längenmeßsysteme sind bekannt. Sie bestehen aus einer Magnetanordnung, und aus einem oder mehreren Magnetfeldsensoren, die eine Komponente der Magnetfeldstärke oder die Magnetfeldrichtung anzeigen. Im einfachsten Fall wird die Magnetanordnung durch einen einfachen Stabmagneten und ein Magnetfeldsensor durch einen magnetoresistiven Sensor gebildet, dessen Ausgangsspannung von der Feldrichtung bestimmt wird, wie in dem Artikel "The magnetoresistive sensor" von A. Petersen in Electronic Components and Application 8 (1988) No.4, 222 - 239 beschrieben. Der Sensor wird in einem bestimmten Abstand zum Magneten parallel zu dessen Nord-Süd-Ausdehnung geführt, die auch die Meßrichtung ist. Die Sensorebene erstreckt sich in Meßrichtung und radial zur Achse des Magneten.

Ein Stabmagnet mit in Längsrichtung eingestellter Magnetisierung, dessen Länge nicht wesentlich größer als die doppelte Breite und Dicke ist, erzeugt ein Magnetfeld, dessen Winkel zur Parallelen der Längsrichtung in Meßrichtung von der Magnetmitte her mit zunehmender Distanz etwa linear zunimmt. Die Magnetisierung im magnetoresistiven Sensor liegt in der Schichtebene und stellt sich bei genügend hoher Feldstärke in Richtung des Feldes ein. Das Ausgangssignal des magnetoresistiven Sensors ändert sich dann proportional zum Sinus des doppelten Winkels. Da der $\sin(x)$ für kleine Winkel nur geringfügig von x abweicht, ergibt sich ein Längenbereich, in dem die Ausgangsspannung des Sensors proportional zur Position ist. Bezüglich der Genauigkeit hat diese einfachste Anordnung mehrere Nachteile, die teils durch die Magnetfeldverteilung des Stabmagneten und teils durch die Eigenschaften des magnetoresistiven Sensors bedingt sind.

Die störende starke Temperaturabhängigkeit des Ausgangssignales von magnetoresistiven Sensoren und die Begrenzung auf kleine Winkelabweichungen von der Parallelen zur Nord-Süd-Richtung des Magneten und damit auf Messlängen, die wesentlich kleiner als die Magnetlänge sind, wird bereits mit der im Patent DE 195 21 617 angegebenen Anordnung aufgehoben. Hier werden zwei auf einem Chip integrierte magnetoresistive Sensorbrücken benutzt, die sowohl ein dem Sinus als auch ein dem Kosinus des doppelten Winkels der Feldrichtung proportionales Ausgangssignal liefern. Durch Quotientenbildung entfällt die Temperatur abhängige Amplitude, und aus dem so erhaltenen Arcustangens kann der Winkel ohne Näherung über der gesamten Magnetlänge ermittelt werden. Damit resultieren hier die Meßfehler hauptsächlich nur noch daraus, daß es Abweichungen vom linearen Zusammenhang zwischen Winkel und Position gibt. Diese Abweichungen sind aber für Magnete mit großen Längen im Vergleich mit der Breite und Dicke ganz erheblich. Außerdem ist die Feldstärke über dem mittleren Teil eines langen Magneten nur sehr gering, so daß die Ausrichtung der Magnetisierung in den Widerstandsstreifen der magnetoresistiven Sensoren nicht mehr gegeben ist.

Deshalb werden zur Messung großer Strecken Maßstäbe benutzt, die aus abwechselnd in positiver und negativer Längsrichtung magnetisierten Bereichen gleicher Länge bestehen, wie auch in DE 195 21 617 angegeben. Die Längenbestimmung geschieht dann durch Zählen der von einer Anfangsposition her bereits passiertten magnetisierten Bereiche und Addition des Anteiles eines Bereiches, der aus der Winkelbestimmung resultiert. Allerdings ist damit die Information über die

absolute Position nicht mehr möglich, das heißt nach einer Störung des Meßsystems muß auf die Anfangsposition zurückgefahren werden, um den Zählvorgang zu wiederholen.

Zur Bestimmung der Absolutposition kann auch eine Kodierung des Maßstabes erfolgen, bei der jedoch unterschiedlich lange gleichmäßig magnetisierte Bereiche benutzt werden müssen, was wieder den oben bereits genannten Nachteil der geringen Feldstärke nahe des mittleren Teiles des Bereiches zur Folge hat, wenn mehrere Bereiche mit dem gleichen Codewert nebeneinander liegen. Mit der im EP 0 482 341 beschriebenen Anordnung von Doppelspuren mit jeweils entgegengesetzter Magnetisierung, deren Richtung immer quer zur Meßrichtung steht, kann dieses Problem jedoch umgangen werden. Leider ist aber in dem genannten Patent keine Anordnung zur Herstellung der benötigten Doppelspurmaßstäbe angegeben, und die bekannten Magnetisierverfahren liefern keine befriedigenden Ergebnisse für die Doppelspur.

Aus mehreren Teilen zusammengesetzte Magnetanordnungen zur Positionsbestimmung werden in der Offenlegungsschrift DE 31 06 613 vorgeschlagen. Sie sind dazu vorgesehen, über ganz bestimmte, geringe Weglängen hohe Ortsauflösungen in der Positionsbestimmung zu erreichen. Nachteilig bei allen verschiedenen angegebenen Anordnungen ist die äußerst starke Abhängigkeit der Ausgangssignale vom Abstand zwischen Magnet und Sensor, die sehr aufwendige Führungen bei der hochauflösenden Positionsmessung erforderlich macht und hohe Kosten bei Justierung und Eichung bewirkt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, den Aufbau magnetischer Längenmeßsysteme anzugeben, die über beliebige Längen mit gleichbleibend geringem Meßfehler die Angabe der absoluten Position gestatten und einfach aufgebaute und magnetisierbare magnetische Maßstäbe benutzen.

Diese Aufgabe wird mit dem im Hauptanspruch charakterisierten Längenmeßsystem gelöst. Besondere Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Entsprechend dem Hauptanspruch besteht das Längenmeßsystem aus mindestens einem magnetischen Maßstab, bei dem eine wesentliche Komponente der Magnetisierung oder die Magnetisierung insgesamt (im wesentlichen) in einer Ebene liegt, die sich senkrecht zur Meßrichtung ausdehnt, und einem oder mehreren Magnetfeldsensoren, wobei sich der Winkel der Komponente der Magnetisierung bzw. der Magnetisierung insgesamt bezüglich einer frei wählbaren Vorzugsrichtung (Referenzrichtung) in dieser Ebene entlang der Meßrichtung verändert. D.h., die Richtung der Komponente der Magnetisierung ist entlang der Meßrichtung gedreht, und zwar um eine Achse die entlang der Meßrichtung verläuft.

In einem einfachen Fall ist die gesamte Querschnittsfläche des Maßstabes bzw. der mehreren Maßstäbe gleichmäßig magnetisiert. Sie zeigt zum Beispiel am Anfang des Meßweges senkrecht nach oben. Mit Fortschreiten in Meßrichtung ist die Magnetisierungsrichtung gegenüber der Vorzugsrichtung (senkrechten Richtung) zunehmend geneigt. Damit ist jeder Position ein Wert des Winkels zwischen der Feldrichtung und der Vorzugsrichtung zugeordnet. Die magnetische Feldstärke

in der Nähe des Maßstabes wird von der Größe des Querschnittes und vom Material des Maßstabes bestimmt. Sie ist also nicht von der Position in Meßrichtung abhängig. So können Maßstäbe mit beliebiger Länge und beliebiger Winkeländerung pro Länge in Meßrichtung benutzt werden und liefern für die zur Bestimmung der jeweiligen Feldrichtung eingesetzten Magnetfeldsensoren immer gleiche Meßbedingungen.

Als Sensor für die Bestimmung der Richtung des magnetischen Feldes wird vorteilhafterweise ein anisotrop magnetoresistiver Winkelsensor eingesetzt. Auf der Chipfläche des Sensors befindet sich eine Wheatstonebrücke, deren Ausgangssignal zum Sinus des doppelten Winkels zwischen der Feldrichtung und einer Kante des Chips und eine Brücke, deren Ausgangssignal zum Kosinus des doppelten Winkels proportional ist. Der magnetoresistive Winkelsensor wird in der Nähe des Maßstabes so angebracht, daß seine Chipfläche senkrecht auf der Meßrichtung steht. Da Sinus und Kosinus des doppelten Winkels gebildet werden, wird eine volle Periode des Ausgangssignales bereits für eine Verdrehung der Magnetisierungsrichtung gegenüber dem Ausgangswinkel von 180° erhalten. Damit ist bei Einsatz eines Maßstabes und eines Winkelsensors eine absolute Positionsangabe auch nur für diesen Winkelbereich möglich. Die Länge, über der der Maßstab mit der Winkelverdrehung von 180° magnetisiert wird, kann beliebig gewählt werden.

Da die Winkelmessung zur Bestimmung der Position selbstverständlich mit Fehlern behaftet ist, können sich für den Fall, daß der Maßstab so magnetisiert ist, daß der Winkel der Magnetisierungsrichtung linear mit zunehmendem Positionswert zunimmt, bei langen Maßstäben auch größere Absolut-

längenfehler ergeben. Vorteilhafterweise gibt es eine Vielzahl von Anordnungen, die das erfindungsgemäße Prinzip der Einstellung der Magnetisierungsrichtung in der senkrecht auf der Meßrichtung stehenden Querschnittsfläche benutzen, so daß die Meßlänge und die Meßgenauigkeit entsprechend den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden können.

Wird die hohe Meßgenauigkeit nur über einem Teil des gesamten Meßweges benötigt, wird die Winkelzunahme pro Längeneinheit in diesem Teil höher gewählt als im übrigen Meßweg. Der Teil des Meßweges, der mit höherer Genauigkeit bestimmt werden kann, muß dabei nicht zusammenhängend sein, sondern kann auf mehrere Bereiche aufgeteilt sein. Im speziellen Fall kann die Winkelzunahme mit der Position auch stufenförmig erfolgen, wobei dann die Bereiche hoher Meßgenauigkeit die Übergänge zwischen zwei Stufen sind. Wird die höhere Meßgenauigkeit für die Position über die gesamte Maßstabslänge gefordert, ist eine andere Ausführungsform der Erfindung anwendbar. Es werden zwei parallele Maßstäbe eingesetzt. Beim ersten nimmt der Winkel der Magnetisierungsrichtung vom Ausgangswert linear mit zunehmender Position zu und die Verdrehung erreicht am Ende des Maßstabs 180° . Der Winkel der Magnetisierungsrichtung des zweiten Maßstabes wächst ebenfalls linear mit der Position, aber mit wesentlich höherem Anstieg, so daß der zugehörige Winkelsensor, der bei einer Winkelverdrehung von 180° den Durchlauf einer vollen Periode anzeigt, über der Gesamtlänge eine Vielzahl von Perioden durchläuft. Die Winkelsensoren des ersten und des zweiten Maßstabes befinden sich in einer gemeinsamen, zur Meßrichtung senkrechten Ebene. Aus der

Anzeige des Winkelsensors des ersten Maßstabes ist ermittelbar, in der wievielten Periode des zweiten Maßstabes sich der zugehörige Sensor befindet. Die Anzeige des zweiten Sensors liefert die Position innerhalb dieser Periode mit einer Genauigkeit, die etwa um die Gesamtzahl der Perioden des zweiten Maßstabes besser ist als die des Winkelsensors des ersten Maßstabes.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden ebenfalls zwei parallel angeordnete Maßstäbe verwendet. Die Winkelverdrehung der beiden Maßstäbe wächst linear mit der Position und durchläuft bei beiden viele Perioden. Die Zahl der Perioden auf der Gesamtlänge unterscheidet sich jedoch um eins. Die Winkelsensoren des ersten und des zweiten Maßstabes befinden sich in einer gemeinsamen, zur Meßrichtung senkrechten Ebene. Aus der Differenz der Winkelanzeige der beiden Sensoren wird ermittelt, in der wievielten Periode des ersten Maßstabes sich die Sensoren befinden. Die genaue Position ergibt sich dann aus der zusätzlichen Berücksichtigung der Anzeige des zum ersten Maßstab gehörenden Sensors.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein sehr langer Maßstab in Meßrichtung in eine Vielzahl von Bereichen gleicher Länge unterteilt. Jeder Bereich enthält die gleiche Anzahl von gleich langen Abschnitten. Diese Anzahl kann beispielsweise fünf sein. In jedem ersten Abschnitt jedes Bereiches steigt der Winkel der Magnetisierungsrichtung vom Anfang her linear mit wachsendem Positionswert bis auf einen bestimmten Grenzwinkel an. In den anderen vier Abschnitten hat der Winkel der Magnetisierungsrichtung innerhalb der Abschnittslänge jeweils einen kon-

stanten Wert, der aber in jedem Fall größer ist als der genannte Grenzwinkel. Die vier diskreten Winkelwerte in diesen vier Abschnitten sind Zahlenwerten zugeordnet. Werden beispielsweise vier diskrete Winkelwerte unterschieden und den Zahlen 0, 1, 2 und 3 zugeordnet, können in den vier Abschnitten alle Zahlen von 0 bis 255 dargestellt werden. Ebenso viele Bereiche können also in der Reihenfolge dieser Zahlen gekennzeichnet werden. Stehen jedem Abschnitt eines Bereiches zwei Winkelsensoren im Abstand der halben Abschnittslänge gegenüber, so können der spezielle Winkelwert im ersten Abschnitt und die den Zahlenwerten zugeordneten Winkelwerte der weiteren vier Abschnitte in jeder Position der Sensoranordnung bezüglich des Maßstabes ermittelt werden. Aus der ermittelten Zahl läßt sich angeben, der wievielte Bereich des Maßstabes von der Sensoranordnung erreicht ist. Aus dem speziellen Winkelwert des jeweiligen ersten Abschnittes ist wegen des linearen Anstieges des Winkels mit zunehmender Position die Position mit hoher Genauigkeit ablesbar. Werden die Längen der Abschnitte mit 20 mm gewählt und im ersten Abschnitt steigt der Winkel mit der Position von 0° auf 40° und kann mit einem Meßfehler von weniger als ein Grad gemessen werden, dann ist eine Gesamtmeßlänge von 25,6 m mit einer von der Winkelmessung her begrenzten Genauigkeit von 0,5 mm meßbar. Die dabei erreichte Auflösung liegt bei mehr als 15 bit.

Die bisher genannten Zahlenwerte sollen die mit erfindungsgemäßen Längenmeßsystemen möglichen Vorteile demonstrieren. Sie stellen keineswegs die Grenze des Erreichbaren dar. So ist es bei der vorhandenen Meßgenauigkeit für die Winkel durchaus möglich, statt der Zuordnung von vier Zahlenwerten

zu vier diskreten Winkelwerten auch zehn diskreten Winkelwerten zehn Zahlen zuzuordnen und so die Angabe der Zahl der Bereiche, die zwischen dem Maßstabsanfang und der aktuellen Position der Sensoranordnung liegen, sofort im Dezimalsystem zu erhalten.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung vermeiden Fehler in der Positionsmessung durch fehlerhafte Justierung der Lage der Winkelsensoren gegenüber dem Maßstab. So ist es vorteilhaft, nicht nur einen Winkelsensor neben dem Maßstab zu verwenden, sondern zwei Winkelsensoren an gegenüberliegenden Seiten des Maßstabes anzubringen. Befinden sich die Sensoren auf einer durch den Mittelpunkt des Maßstabsquerschnittes verlaufenden Linie und die Querschnittsfläche ist homogen magnetisiert, dann zeigen beide Sensoren den gleichen, fehlerfreien Winkel an. Verläuft die Verbindungslinie jedoch nicht durch den Mittelpunkt, dann mißt der erste Sensor einen um einen bestimmten Betrag zu großen Winkelwert und der zweite Sensor einen um denselben Betrag zu kleinen Winkelwert. Der Mittelwert beider Meßwerte liefert also den exakten Wert, ohne daß eine genaue und aufwendige Justage der Lage der Sensoren gegenüber dem Maßstab nötig wäre.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung werden zwei in Meßrichtung in bestimmtem Abstand nebeneinander angeordnete magnetoresistive Winkelsensoren verwendet. Dieser bestimmte Abstand stimmt mit der Länge überein, über die am Anfang des Maßstabes sich eine Drehung der Richtung der Magnetisierung um 180° erstreckt und über der das Ausgangssignal der Sensoren eine volle Periode durchläuft. Damit stimmen die Ausgangssignale beider Sensoren am Maßstabsanfang überein.

Das Anwachsen des Winkels mit der Position in Meßrichtung verläuft bei dem verwendeten Maßstab nicht linear, sondern quadratisch. Mit wachsender Position hat so der in dieser Richtung versetzte Sensor einen zunehmend größeren Winkelbereich durchlaufen als der andere Sensor. Wegen der quadratischen Zunahme des Winkels wächst dieser Winkelbereich mit der Position linear an, und die Differenz der Ausgangssignale der beiden Sensoren ist dem Positionswert proportional. Die Positionsangabe ist absolut, wenn der in Richtung wachsender Position versetzte Sensor am Maßstabsende nicht mehr als eine volle Sensorperiode mehr durchlaufen hat als der andere Sensor. Als Vorteil dieser Anordnung erweist sich, daß der Maßstab hier ohne Einfluß auf die Meßsignale beliebig um seine Längsachse verdreht sein kann.

In den bisher erwähnten Ausführungen der Erfindung war der Maßstab stets im gesamten Querschnitt des Maßstabes homogen magnetisiert. Der Querschnitt des Maßstabes kann auch mehrpolig magnetisiert sein, so daß sich am Umfang nebeneinander Nord- und Südpole abwechseln. Entsprechend der Erfindung ist das im Querschnitt am Anfang des Maßstabes vorhandene Magnetmuster dann mit Fortschreiten in Meßrichtung mit zunehmendem Winkel verdreht. Ein solcher mehrpolig magnetisierter Maßstab hat den Vorteil, daß die Verdrehung des Magnetisierungsmusters mit fortschreitender Position sich in einer um die halbe Polzahl vervielfältigten Drehung des Magnetfeldes in Maßstabsnähe auswirkt, so daß eine erheblich gesteigerte Zunahme des durch die Winkelsensoren gemessenen Winkels pro Längeneinheit des Maßstabes erreicht wird. Damit ist eine wesentlich gesteigerte Auflösung der gemessenen Länge gegeben.

Ein erfindungsgemäßes Längenmeßsystem liegt auch dann vor, wenn nur ein Teil des Querschnitts des Maßstabes aus hartmagnetischem Material besteht. Kennzeichnend für die Erfindung ist die Verdrehung der Richtung der Magnetisierung mit Fortschreiten in Meßrichtung. Bei einem kreisförmigen Querschnitt kann beispielsweise der konzentrische innere kreisförmige Teil aus hartmagnetischem Material bestehen und der diesen umgebende kreisringförmige Teil aus unmagnetischem, mechanisch stabilen Material. Das mechanisch stabile Material verhindert eine mechanische Torsion des Maßstabes um seine Längsachse und trägt so zur Verringerung von Meßfehlern bei. Die Verteilung der Materialien in der Querschnittsfläche kann auch umgekehrt so erfolgen, daß es einen nichtmagnetischen Kern gibt und eine dauermagnetische Schale. Das hätte den Vorteil, daß die Winkelsensoren näher am dauermagnetischen Teil anzubringen sind und höhere Feldstärken auf die Winkelsensoren einwirken.

Wird der nicht hartmagnetische Kern des Querschnitts aus weichmagnetischem, mechanisch stabilen Material gefertigt, trägt er gleichzeitig zur Vermeidung von Fehlern durch mechanische Beanspruchung als auch zur Erhöhung der magnetischen Feldstärke in Maßstabsnähe bei.

Die Erfindung erstreckt sich auch auf Maßstäbe, bei denen beispielsweise der innere, nicht dauermagnetische Teil des Querschnitts des Maßstabes nicht kreisförmig ist, sondern eine Form hat, die ihn besonders widerstandsfähig gegen mechanische Deformationen macht. Dabei ist es auch nicht notwendig, daß der dauermagnetische Teil des Querschnittes den mechanisch stabilen Teil vollständig oder annähernd umschließt.

Ein besonderer Vorteil bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Längenmeßsystem besteht darin, daß nach dem Ausfall der elektrischen Energieversorgung keine Normierung des Meßsystems vorgenommen werden muß, da jedem Magnetisierungswinkel eine Position zugeordnet ist. Selbstverständlich kann das Längenmeßsystem auch für Zwecke eingesetzt werden, die nicht unmittelbar die Erfassung einer Länge oder einer Position zum Ziel haben, sondern daraus auf eine andere Größe schließen, z.B. auf das Gewicht eines Sitzbenutzers. Diese Information kann zur Steuerung des Airbags genutzt werden. Somit eignet sich das Meßsystem besonders zur Verwendung in Verbindung mit der Verstellmechanik einer Verstelleinrichtung für ein Kraftfahrzeug..

Natürlich können mit dem erfindungsgemäßen Längenmeßsystem in Analogie zu den bekannten Impulse zählenden Meßprinzipien (z.B. bei Kombination eines rotierenden Ringmagneten mit einem Hallelement) auch dynamische Parameter wie Geschwindigkeit und Beschleunigung ermittelt werden. Dazu müssen lediglich die zwischen den verschiedenen Magnetisierungswinkeln abbildbaren Wegstrecken mit der entsprechenden Verstellzeit in Beziehung gesetzt werden.

Darüber hinaus eignet sich das neue Längenmeßsystem auch zur Durchführung einer sogenannten Eigendiagnose, da auch nach einer Störung eine eindeutige Positionsbestimmung eines Verstellteils möglich ist. Im Ergebnis einer solchen Eigendiagnose könnte beispielsweise ein Verstellsystem (z.B. ein elektrisch betriebener Fensterheber oder ein Fahrzeugschloß) vom Normalbetrieb in einen Notlaufbetrieb

überführt werden, um Risiken für den Benutzer zu minimieren. So kann beispielsweise der Automatiklauf einer Fenster-scheibe in Richtung Heben unterbunden werden, um die Einklemmgefahr zu reduzieren, oder für eine Fahrzeugschloß wird die Funktion "Save" ausgeschlossen, um zu verhindern, daß ein Passagier eingeschlossen werden kann.

Die Erfindung wird nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 - einen kreisrunden Maßstab mit Magnetisierungsrichtung in der Querschnittsfläche,

Fig. 2 - einen kreisrunden Maßstab mit Bereichen konstanter Magnetisierungsrichtung,

Fig. 3 - einen Maßstab mit einem in der Nähe angeordneten Winkelsensor in fünf zeitlich nacheinander möglichen Positionen,

Fig. 4 - einen homogen magnetisierten Querschnitt eines Maßstabes,

Fig. 5 - einen mehrpolig magnetisierten Querschnitt eines Maßstabes,

Fig. 6 - einen Querschnitt eines Maßstabes mit konzentrischen Teilen dauermagnetischen und nicht dauermagnetischen Materials,

- Fig. 7 - einen Querschnitt eines Maßstabes, bei dem das dauermagnetische Material das nicht magnetische Material nicht umschließt,
- Fig. 8 - einen Querschnitt eines Maßstabes mit mechanisch widerstandsfähigem Profil des nicht dauermagnetischen Teiles,
- Fig. 9 - einen Maßstab mit einem Winkelsensor,
- Fig. 10 - einen Maßstab mit zwei Winkelsensoren in der Ebene des Querschnitts des Maßstabes,
- Fig. 11 - die Seitenansicht eines Längenmeßsystems mit gleichmäßiger Periodenlänge der Drehung der Magnetisierung,
- Fig. 12 - die Seitenansicht eines Längenmeßsystems mit zwei in Meßrichtung gegeneinander versetzten Winkelsensoren und einem Diagramm der quadratischen Winkelzunahme mit der Position.
- Fig. 13 - schematische Darstellung der Seitenansicht eines längs- und höhenverstellbaren Fahrzeugsitzes mit mehreren erfindungsgemäßen Meßsystemen;
- Fig. 14 - perspektivische Darstellung der metallischen Struktur eines Kraftfahrzeugsitzes mit mehreren schematisch angedeuteten erfindungsgemäßen Meßsystemen;

- Fig. 15a - Kreuzarmfensterheber mit einem sich entlang des Verzahnungsbereiches erstreckenden magnetischen Maßstab;
- Fig. 15b - Kreuzarmfensterheber mit einem sich in der Nähe der Schwenkachse des Zahnsegmenthebels bogenförmig erstreckenden magnetischen Maßstab;
- Fig. 15c - Kreuzarmfensterheber mit einem entlang der Führungsschiene des Ausgleichshebels verschiebbaren magnetischen Maßstab;
- Fig. 16 - Einarmfensterheber mit einem mit dem Antrieb gekoppelten und verschiebbaren magnetischen Maßstab;
- Fig. 17a - Seitenansicht der Führungsschiene eines Seilfensterhebers mit einem sich in Verschieberichtung erstreckenden magnetischen Maßstab;
- Fig. 17b - Schnittdarstellung durch die Führungsschiene im Bereich des mit der Fensterscheibe verbundenen Mitnehmers;
- Fig. 18a - schematische Schnittdarstellung durch einen Antrieb mit einem ringförmigen magnetisierten Element;
- Fig. 18b - schematische Schnittdarstellung eines Antriebs mit einem magnetisierten Element in Form eines umlaufenden Riemens;

Fig. 19 - schematische Schnittdarstellung durch einen Antrieb mit einer Seiltrommel und einem quer zur Rotationsachse verschiebbaren magnetischen Maßstab;

Fig. 20 - Kraftfahrzeugtür mit einem an der vertikalen Scheibenkante angeordneten magnetischen Maßstab.

In Fig. 1 ist die Grundlage der Erfindung in einem Beispiel dargestellt. Ein Dauermagnetischer Maßstab 1 hat einen runden Querschnitt 9. Er ist so magnetisiert, daß die Richtung der Magnetisierung 2 in der Fläche des Querschnitts 9 liegt. Der Querschnitt 9 dehnt sich senkrecht zur Längsrichtung des Maßstabes 1 aus, die mit der Meßrichtung übereinstimmt. Die Magnetisierung 2 ist am Anfang des Maßstabes 1 senkrecht nach oben gerichtet. Mit Fortschreiten in Meßrichtung ist die Richtung der Magnetisierung 2 mit kontinuierlich geändertem Winkel 3 in Uhrzeigerichtung verdreht. Nach einer bestimmten Länge 4, die bei konstanter Winkeländerung mit der Längeneinheit in Meßrichtung einer vollen Periode der Drehung der Richtung der Magnetisierung 2 entspricht, ist die Anfangsrichtung der Magnetisierung 2 wieder erreicht. Die Gesamtlänge des Maßstabes 1 enthält in der Fig. 1 zwei Periodenlängen 4. Das Magnetfeld in der Nähe des Maßstabes 1 wird durch die Magnetisierung 2 des Maßstabes 1 bestimmt. Ist die Periodenlänge 4 groß gegen den Durchmesser des Querschnitts 9, liegt die Magnetfeldrichtung im wesentlichen in der Ebene des jeweiligen Querschnittes 9. Ihre Richtung in dieser Ebene wird durch die Richtung der jeweiligen Magnetisierung 2 bestimmt. Die Magnetfeldstärke ist bei einem bestimmten Radius rund um den Maßstab 1 näherungsweise unabhängig vom Winkel 3.

Fig. 3 zeigt, welchen Verlauf die magnetischen Feldlinien 8 in der Nähe des Maßstabes 1 haben und welche Richtung das Magnetfeld in der Chipfläche eines Winkelsensors 6 hat, der gegenüber dem Maßstab 1 in einem bestimmten Abstand bewegbar ist. Der Winkelsensor 6 ist in fünf Positionen gezeichnet, die er zeitlich nacheinander einnehmen kann. Wie aus den Magnetfeldrichtungen hervorgeht, die am jeweiligen Ort des Sensors 6 aus der Richtung der Feldlinien ermittelt wurden, dreht sich das Magnetfeld neben dem Maßstab 1 im entgegengesetzten Drehsinn zur Magnetisierung 2. Die jeweilige Position kann eindeutig aus dem Winkel ermittelt werden, solange jeder Winkelwert der Feldrichtung und damit auch der Winkel 3 der Magnetisierungsrichtung über der gesamten Länge des Maßstabes 1 nur einmal vorkommt. Damit kann im allgemeinen eine Drehung der Magnetisierungsrichtung um bis zu 360° verwendet werden, soweit die Winkelsensoren den wirklichen Winkel der Richtung anzeigen.

Im speziellen Fall werden Winkelsensoren eingesetzt, die den anisotropen magnetoresistiven Effekt nutzen. Solche Winkelsensoren sind bekannt. Sie liefern ein Ausgangssignal, das zum Sinus des doppelten Winkels zwischen Feldrichtung und einer Kante des Sensorchips und ein Ausgangssignal, das zum Kosinus des doppelten Winkels zwischen der Feldrichtung und der Kante proportional ist. Damit ist eine eindeutige Zuordnung des Winkels der Magnetfeldrichtung und damit der Magnetisierungsrichtung 2 nur noch für einen Bereich von 180° möglich. Diese Einschränkung wird in ihrer Auswirkung dadurch aufgehoben, daß beim Einsatz anisotroper magnetoresistiver Sensoren die Zunahme des Winkels 3 der Magnetisierung 2 pro Längeneinheit in Meßrichtung auf die Hälfte

reduziert wird. Die Meßauflösung ist wegen der Proportionalität zum Sinus und Kosinus des doppelten Winkels auch doppelt so groß, so daß schließlich die gleiche Auflösung erreicht wird. Vorteilhaft wirkt sich in jedem Fall die hohe Magnetfeldempfindlichkeit der anisotropen magnetoresistiven Sensoren aus, die dazu führt, daß auch noch bei größeren Abständen zwischen Sensor 6 und Maßstab 1 eine Winkelmessung mit geringem Fehler möglich ist.

Fig. 2 zeigt einen Maßstab 1, bei dem in Bereichen 5, die sich in Meßrichtung erstrecken, jeweils die Richtung der Magnetisierung 2 konstant eingestellt ist. Jeder Magnetisierungsrichtung ist ein bestimmter Zahlenwert zugeordnet. In der Darstellung in Fig. 2 gibt es vier unterschiedliche Richtungen. Es können hier in jedem Bereich vier unterschiedliche Zahlenwerte auftreten, die als 0, 1, 2 und 3 bezeichnet werden. Über eine Länge der sechs dargestellten Bereiche können durch diese vier Zahlenwerte in sechs Stellen 4056 unterschiedliche Zahlen dargestellt werden. Haben alle Bereiche 5 die gleiche Länge von je 1 cm und unterscheidet sich die folgende Zahl von der vorigen immer um 1, so kann damit eine Länge von $6 \text{ cm} \times 4056 = 243 \text{ m}$ kodiert und bei erkennen der jeweiligen Zahl durch zwölf Winkel-sensoren im Abstand von der halben Länge eines Bereiches mit einer Auflösung und Genauigkeit von 1 cm gemessen werden. Weitere bekannte Arten der codierten Darstellung von Längen sind anwendbar. Durch die gute Unterscheidbarkeit der Winkel und Zuordnung von zehn unterschiedlichen Zahlenwerten zu zehn verschiedenen Winkeln ist auch eine Codierung direkt im Dezimalsystem möglich und erspart die Umkodierung für die Anzeigeeinheit des Meßergebnisses.

Der Querschnitt des Maßstabes 1 kann geometrisch und magnetisch unterschiedlich ausgestaltet werden. Fig. 4 zeigt den in den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen benutzten kreisrunden Querschnitt 9.1, in dem die Magnetisierungslinien parallel zueinander verlaufen. Damit gibt es am halben Kreisumfang einen Nordpol N und an dem anderen halben Kreisumfang einen Südpol S. Der gezeigte Querschnitt stellt den Verlauf der Magnetisierung bei einer bestimmten Position entlang des Maßstabes 1 dar. Bei anderen Positionen weist die Magnetisierungsrichtung gegenüber der dargestellten eine Verdrehung um einen Winkel auf. Wird das dargestellte einfache Magnetmuster entlang der Meßrichtung um 360° verdreht, dreht sich die Richtung des Magnetfeldes auf einer Parallelen zur Achse des Maßstabes 1 in der Nähe des Maßstabes 1 in umgekehrtem Drehsinn ebenfalls um 360° .

Fig. 5 zeigt ein sechspoliges Magnetisierungsmuster im Querschnitt 9 in einer bestimmten Position. Die Magnetisierungslinien 2.2 verlaufen radial und sind im Bereich der Nordpole N zum Kreisumfang und im Bereich der Südpole S zur Kreismitte gerichtet. In Meßrichtung ist eine zunehmende Verdrehung des Magnetmusters zu dem dargestellten vorhanden. Wird das dargestellte Magnetmuster entlang der Meßrichtung um 120° gedreht, dreht sich die Richtung des Magnetfeldes auf einer Parallelen zur Achse des Maßstabes 1 in der Nähe des Maßstabes 1 im umgekehrten Drehsinn bereits um 360° . Bei gleicher Zunahme des Winkels der Verdrehung des Magnetmusters mit der Längeneinheit in Meßrichtung wie im Falle des Magnetmusters nach Fig. 4 ist bei Einsatz des gleichen Winkelsensors hier die dreifache Längenauflösung

vorhanden. Die eindeutige Zuordnung der Position des Sensors 6 entlang dem Maßstab 1 ist nur für eine Verdrehung des Magnetmusters von 120° möglich. Für eine Verdrehung des Magnetmusters um 360° ergeben sich drei Perioden für das Ausgangssignal des Sensors. Die Positionsmessung über diesen vollen Bereich ist also nur inkremental möglich.

In dem in Fig. 6 dargestellten Querschnitt besteht nur der äußere Ring 9.2 aus hartmagnetischem Material, daß ein Magnetmuster trägt, welches in fortschreitender Meßrichtung zunehmend verdreht ist. Im inneren Teil 10 des Querschnitts befindet sich mechanisch stabiles, weichmagnetisches Material. Durch die hohe magnetische Permeabilität des weichmagnetischen Materials wird die Feldstärke in der Nähe des Maßstabes 1 zumindest bei mehrpoligen Magnetmustern bis auf maximal das doppelte erhöht, was zur Erhöhung der Genauigkeit der Winkelmessung beiträgt. Die hohe Torsionssteifigkeit des mechanisch stabilen Materials verhindert weitgehend eine Torsion des Maßstabes 1 bei Einwirkung mechanischer Kräfte und damit durch diese Kräfte hervorgerufene Winkelfehler des Maßstabes 1. Bei guter Torsionssteifigkeit des inneren Teils 10 des Querschnittes kann so auch relativ weiches, plastgebundenes hartmagnetisches Material für den äußeren Ring 9.2 benutzt werden.

Fig. 7 zeigt einen weiteren möglichen Querschnitt für einen Maßstab 1. Auf einem runden Stab 10 aus nicht magnetischem, torsionssteifen Material ist ein Ringausschnitt 9.3 aus hartmagnetischem Material aufgebracht. Der Ringausschnitt ist mehrpolig in radialer Richtung magnetisiert. Mit fortschreitender Meßrichtung ist das Magnetmuster mit zunehmendem Winkel verdreht. Über dem Ringausschnitt befindet sich

ein Winkelsensor, der die Richtung des Magnetfeldes feststellt und der auf einer zur Achse des runden Stabes 10 parallelen Linie bewegbar ist. Aus dem Winkelwert wird die Position in Meßrichtung ermittelt, die entlang der Linie verläuft.

Fig. 8 zeigt einen weiteren Querschnitt des Maßstabes 1. Im etwa kreisförmigen hartmagnetischen Material 9.4 befindet sich ein T-förmig ausgebildetes Teil 11 aus einem nicht magnetischen Material mit hohem Elastizitätskoeffizienten. Das in der Fig. 8 nicht gezeichnete Magnetisierungsmuster des hartmagnetischen Materials 9.4 ist wieder mit fortschreitender Meßrichtung zunehmend verdreht. Das T-förmig ausgebildete Teil 11 verhindert bei in der Querschnittsebene entlang des Maßstabes 1 angreifenden Kräften ein Durchbiegen des Maßstabes 1 und trägt so zur Vermeidung dadurch bedingter Meßfehler für den Winkelwert bei.

Die Anordnung eines magnetoresistiven Winkelsensors 12 in der Ebene des Querschnittes 9 des Maßstabes 1 zeigt Fig. 9. Die Chipebene des magnetoresistiven Winkelsensors 9 liegt in der gleichen Ebene wie der Querschnitt 9. Der Winkelsensor ist auf einer Linie, zu der die Achse des Maßstabes 1 parallel verläuft, gegenüber dem Maßstab 1 bewegbar.

Fig. 10 zeigt die Anordnung von zwei anisotrop magnetoresistiven Winkelsensoren 12 und 13 für die Magnetfeldrichtung. Die beiden Winkelsensoren 12 und 13 liegen einander gegenüber in der Nähe des Querschnitts 9 des Maßstabes 1. Der Maßstab 1 ist im Querschnitt 9 homogen magnetisiert. Geht die Verbindungslinie der Mittelpunkte der beiden Winkelsensoren genau durch den Mittelpunkt des Querschnittes 9, dann

zeigen beide Winkelsensoren den gleichen Winkelwert an. Ist die Verbindungslinie jedoch gegen den Mittelpunkt seitlich nach rechts verschoben, dann zeigt der Winkelsensor 13 einen um einen bestimmten Betrag vergrößerten Winkelwert an. Der Winkelsensor 12 zeigt einen um denselben bestimmten Betrag verringerten Winkelwert an. Der Mittelwert beider Meßwerte ergibt für alle Verschiebungen stets den richtigen Winkelwert der Magnetfeldrichtung. Die Anordnung mit zwei Winkelsensoren erspart so die genaue Justierung der Lage der Sensoren gegenüber der Lage des Maßstabes 1 und verhindert Fehler, die durch seitliche Verschiebungen der Sensorhalterung gegenüber dem Maßstab 1 verursacht werden könnten.

In Fig. 11 ist ein Längenmeßsystem dargestellt, das aus einem inkrementalen Maßstab 15, der in seiner Querschnittsfläche homogen magnetisiert ist und bei dem die Richtung der Magnetisierung mit zunehmender Position in Meßrichtung 16 mit linear dazu ansteigendem Winkel verdreht ist, und aus einem in Meßrichtung 16 verschiebbaren anisotrop magnetoresistiven Winkelsensor 14 besteht. Die Magnetisierung ist über die Gesamtlänge des inkrementalen Maßstabes 15 im dargestellten Fall um acht mal 360° verdreht. Da der anisotrop magnetoresistive Winkelsensor 14 den doppelten Winkel der Feldrichtung anzeigt, wird das Ausgangssignal des Sensors 14 über der Gesamtlänge des Maßstabes 15 16mal periodisch wiederholt. Eine Positionsangabe ist mit dem dargestellten Längenmeßsystem also nur möglich, wenn neben dem angezeigten Winkel auch noch die Zahl der vom Anfang des inkrementalen Maßstabes 15 zurückgelegten Perioden ermittelt wird. Ein Absolutlängenmeßsystem wird aus dem in Fig. 11 dargestellten, wenn parallel zum inkrementalen

Maßstab 15 ein zweiter Maßstab gleicher Länge angebracht wird, dessen Magnetisierung auf der Gesamtlänge nur um 180° verdreht ist. Ein weiterer anisotrop magnetoresistiver Winkelsensor ist mit dem ersten 14 in derselben Ebene senkrecht zur Meßrichtung 16 angebracht und mißt den Feldwinkel des zweiten Maßstabes, aus dem sich eindeutig schließen läßt, in welcher Periode des inkrementalen Maßstabes 15 sich die Sensoranordnung gerade befindet. Aus den Winkelwerten der beiden Sensoren läßt sich ohne Bewegung der Sensoranordnung relativ zu den Maßstäben die entsprechende Position absolut angeben. Durch die Vielzahl der Periodenlängen des inkrementalen Maßstabes 15 ist das mit hoher Auflösung und Genauigkeit möglich.

Fig. 12 zeigt ein Längenmeßsystem mit einem Maßstab 17 und einer Winkelsensoranordnung 18, die in zwei zeitlich nacheinander eingenommenen Positionen gezeichnet ist. Der Maßstab 17 ist in der Querschnittsfläche homogen magnetisiert. Die Zunahme des Verdrehungswinkels $f(x)$ der Magnetisierungsrichtung mit der Position x in Meßrichtung 16 erfolgt quadratisch, wie in der Grafik über der Darstellung des Längenmeßsystems zu sehen. Der Abstand der beiden Winkelsensoren der Winkelsensoranordnung 18 stimmt mit der Periodenlänge am Anfang des Maßstabes 17 überein. Deshalb zeigen hier beide Sensoren den gleichen Winkelwert und die Differenz beider Winkelwerte ist null. Je weiter die Sensoranordnung in Meßrichtung 16 verschoben wird, um so mehr steigt die Differenz der beiden Winkelwerte an. Wegen der quadratischen Zunahme der Winkelverdrehung der Magnetisierung des Maßstabes 17, ist die Winkeldifferenz eine lineare Funktion der Position. Die Winkeldifferenz bleibt unter 3600 und damit eindeutig, wenn der Maßstab 17 dort aufhört,

wo der Abstand der beiden Winkelsensoren mit der Länge übereinstimmt, über der sich die Magnetisierung um 7200 dreht. Werden längere Maßstäbe verwendet, ist keine Absolutlängenangabe mehr möglich, es können aber inkrementale Systeme realisiert werden. Der besondere Vorteil des Längenmeßsystems nach Fig. 12 liegt darin, daß der Maßstab 17 als ganzes um seine Achse beliebig verdreht werden kann, ohne das Meßergebnis zu beeinflussen, denn durch die zwei vorhandenen Winkelsensoren in der Winkelsensoranordnung 18 werden nur noch Winkeldifferenzen zwischen beiden Sensoren ermittelt und nicht der Winkel der Magnetisierung gegen eine raumfeste Gerade in der Querschnittsfläche des Maßstabes 17.

In den Figuren 13 und 14 sind einige Beispiele der Verwendung des Längenmeßsystems für einen Kraftfahrzeugsitz dargestellt, wobei dieses insbesondere Bestandteil einer Einrichtung zur Sitzlängsverstellung, Sitzhöhenverstellung, Sitzlehnenneigungsverstellung, Kopfstützenhöhenverstellung oder Sitzkissentiefenverstellung sein kann.

So ist beispielsweise der Maßstab 1.1 mit einer am Fahrzeugboden festgelegten Führungsschiene 20a einer Sitzlängsverstellung oder mit einem sonstigen fahrzeugbodenfesten Teil verbunden, wobei sich der Maßstab 1.1 im wesentlichen in Verschieberichtung des Sitzes erstreckt. Der Sensor 6 ist mit einem an der Oberschiene festgelegten Teil, z.B. einer (nicht dargestellten) Abdeckblende verbunden oder er ist Bestandteil einer mitfahrenden Steuerungselektronik 60a.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel zeigt Figur 13 zum Zwecke der Bestimmung der Sitzhöhe einen Maßstab 1.2, der über eine Verbindungsstange 100 im Gelenk 100a an der bezüglich des Fahrzeugbodens nicht höhenverstellbaren Oberschiene 20b lagert und sich im wesentlichen vertikal erstreckt. Der zugeordnete Sensor 6 ist in die am Sitzkissenträger (ST) festgelegte Steuerungselektronik 60b integriert. Bei einer Verstellung der Sitzhöhe über die Neigung des vorderen und hinteren Gelenkhebels 21a, 21b kommt es zu einer Verschiebung des Maßstabs 1.2 bezüglich des Sensors 6. Die gleichzeitige Relativbewegung in X-Richtung (Fahrtrichtung) kann durch das Gelenk 100a oder durch eine elastisch ausgebildete Verbindungsstange ausgeglichen werden. Die Überlagerung der beiden Bewegungen infolge der gewählten konstruktiven Verstellkinematik wird selbstverständlich bei der Bewertung der Meßsignale berücksichtigt.

Grundsätzlich läßt sich die Sitzhöhe auch über den Neigungswinkel eines Schwenkhebels 21b ermitteln, indem man den Maßstab 1.3 bezüglich der Schwenkachse des Hebels 21b kreisbogenförmig ausbildet und anordnet und den zugeordneten Sensor 6 mit einem an der Oberschiene 20b festen Teil (z.B. einer Steuerungselektronik) verbindet.

In analoger Weise läßt sich die Neigung der Rückenlehne R bestimmen. Dazu wird der Maßstab 1.6 mit einem drehbar gelagerten Getriebeelement einer Einrichtung 22 zur Lehnenneigungsverstellung verbunden, während der zugeordnete Sensor 6 mit einem getriebegehäusefesten Teil verbunden ist. Der Maßstab 1.6 kann aber auch mit einem lehnenfesten Teil, dem sogenannten Lehnenbeschlag, und der zugeordnete Sensor (6) mit einem sitzuntergestellfesten Teil verbunden

sein oder umgekehrt. Schließlich kommt es nur auf die Sensierung der Relativbewegung zwischen dem Rückenlehnenträger RT und dem Sitzkissenträger ST an.

Gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels ist der Maßstab 1.7 mit der Oberschenkelaufgabe 23 einer Sitzkissentiefenverstellung verbunden und der zugeordnete Sensor 6 ist am Sitzkissenträger befestigt.

Zur Steuerung einer Kopfstützenverstellung ist im Ausführungsbeispiel von Figur 14 ein mit dem Rückenlehnenträger RT fest verbundener Maßstab 1.8 vorgesehen, dem ein mit dem Getriebe 24b verbundener Sensor 6 zugeordnet ist. Der Sensor 6 kann aber auch Bestandteil einer elektronischen Steuerungseinheit sein, die bezüglich des Rückenlehnenträgers RT ortsfest ist, wenn der zugeordnete Maßstab mit einem mit der verfahrbaren Kopfstütze verbundenen Teil in Verbindung steht.

Sofern das Längenmeßsystem Bestandteil einer Vorrichtung zur Sitzbelegungserkennung oder zur Sensierung des Belegungsgewichts sein soll, kann ein Maßstab 1.4, der über eine Verbindungsstange 102 an einer Sitzfeder 101 befestigt ist, im wesentlichen vertikal entlang einer elektronischen Steuerungseinheit 60b geführt sein. Die Steuerungseinheit 60b weist einen Sensor 6 auf, der die Meßsignale des dazu verschiebbaren Maßstabs 1.4 generiert. Eine Verschiebung des Maßstabs 1.4 tritt auf, wenn sich die in den Gelenken 100b, 100c gelagerte Sitzfeder 101 infolge der Gewichtskraft F eines Benutzers durchbiegt. Die dabei hervorgerufene translatorische Verschiebung des Maßstabes 1.4 entspricht in ihrem Maß der Gewichtskraft.

Um sicher die Belegung eines Sitzes durch eine Person von der Belegung durch sonstige vergleichbar schwere Gegenstände unterscheiden zu können, kann ein geeignet ausgebildetes Meßsystem auch in die Rückenlehne eingebaut werden. Gemäß Figur 14 ist der Maßstab 1.15 am freien Ende einer im Gelenk 100d angebundenen Verbindungsstange 104 angeordnet und in einer Führungshülse geführt, die über eine Verbindungsstange 100e am oberen Ende der Rückenlehne R im Gelenk 100e befestigt ist. Bei einer Belastung der Rückenlehne R werden die Teile 1.15, 103a, 103b, 104 nach hinten gedrückt, wobei sich ihre bogenförmige Kontur mehr und mehr abflacht und dabei der Maßstab 1.15 weiter in die Führungshülse 103a hinein geschoben wird. Der an der Führungshülse 103a befestigte Sensor 6 nimmt die damit verbundenen Meßsignale auf und leitet diese weiter an eine Auswerteeinheit.

In den Figuren 15a bis 15c sind verschiedene Varianten der Integration des Längenmeßsystem in eine Verstellvorrichtung eines Fensterhebers dargestellt. Nach einer ersten Variante erstreckt sich der Maßstab 1.9 parallel zur Verzahnung des Zahnsegmenthebels 33, der auf der Grundplatte 30 in der Achse 330 drehbar lagert und mit dem Antriebshebel 34 fest verbunden ist. Im Kreuzgelenk 340 ist der Antriebshebel 34 mit dem Ausgleichshebel 35 gelenkig verbunden, dessen eines Ende in der Führungsschiene 36 verschiebbar lagert. Die freien Enden des Antriebshebels 34 und des Ausgleichshebels 35 stehen über nicht dargestellte Befestigungselemente mit der Fensterscheibe in Verbindung. Der Verzahnungsbereich des Zahnsegmenthebels 33 steht mit einem Ritzel des Getriebes 32 im Eingriff, in dessen Gehäuse der dem magnetisierten Maßstab 1.9 zugeordnete Sensor 6 integriert ist. Wenn

der Motor 31 in Betrieb genommen wird, schwenkt der Zahnsegmenthebel 33 um die Achse 330 und führt dabei den Maßstab 1.9 an dem Sensor 6 vorbei. Die generierten Signale werden von der Elektronikeinheit 60c bewertet und zur Steuerung der Verstellbewegung der Fensterscheibe herangezogen.

Um den sehr wichtigen oberen Schließbereich hinreichend sicher bewerten zu können, kann eine entsprechend höhere Auflösung des Maßstabs in diesem Bereich vorgesehen werden. Somit kann ein sensibel wirkender Einklemmschutz ebenso sichergestellt werden wie ein sogenannter Softanschlag beim Erreichen der Endlagen.

Für den Fall, daß eine vom Antrieb 31, 32 entfernt angeordnete elektronische Steuerungseinheit vorgesehen sein sollte, kann auch eine andere Platzierung des magnetisierten Maßstabes sinnvoll sein. Zum Beispiel könnte ein bogenförmiger Maßstab 1.10 auch coaxial zur Schwenkachse 330 angeordnet sein, dem ein an der Grundplatte 30 befestigter Sensor 6 zugeordnet ist (siehe Figur 15b).

Eine weitere Möglichkeit (siehe Figur 15c) besteht in der Verbindung eines Maßstabes 1.11 mit dem in der Führungsschiene 36 geführten Endes des Ausgleichshebels 35, wobei der Sensor 6 mit der Führungsschiene 36 oder einem anderen karosseriefesten Teil zu verbinden wäre. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß der Maßstab 1.11 beim Durchfahren des gesamten Verstellweges der Fensterscheibe zweimal in der Führungsschiene 36 hin und her bewegt wird, so daß nur die obere oder untere Hälfte des Verstellweges eindeutig überwacht werden kann, es sei denn, es wird durch eine

zusätzliche Information eine Aussage darüber zur Verfügung gestellt, ob sich die Verstellmechanik in der unteren oder oberen Hälfte des Verstellweges befindet.

In der Darstellung von Figur 16 ist schematisch angedeutet, daß der Maßstab 1.12 über ein der Meßvorrichtung zugeordnetes Getriebe mit Getriebe 32 in Wirkverbindung steht mittels dessen eine synchrone Verschiebung von Fensterscheibe und Maßstab 1.12 gewährleistet wird. Dazu ist der Maßstab 1.12 an dem in der Kulisse 300 der Grundplatte 30a verschiebbaren Gleiter 301 befestigt. Der zugeordnete Sensor 6 ist in das Gehäuse des Getriebes 32 integriert; die Meßsignale werden in der elektronischen Steuerungseinrichtung 60c bewertet.

Aus der schematischen Darstellung von Figur 17a ist eine Führungsschiene 40 eines Seilfensterhebers ersichtlich, auf dem ein Mitnehmer 43 für eine Fensterscheibe verschiebbar lagert. Entlang der Führungsschiene 40 erstreckt sich ein magnetisierter Maßstab 1.13, dem ein in den Mitnehmer 43 integrierter Sensor 6 zugeordnet ist (siehe auch Figur 17b). Die Weiterleitung der Sensorsignale an eine (nicht dargestellte) Steuerungselektronik kann über einen bewegbaren Kabelstrang oder durch eine geeignete Sendeeinrichtung drahtlos erfolgen. Zur Stromversorgung dieser in den Mitnehmer 43 integrierten Sendeeinrichtung können Schleifkontakte vorgesehen werden, die sich entlang der Führungsschiene 40 erstrecken und vorzugsweise über einen Steckkontakt mit einer Energiequelle verbunden sind, der der Kontaktierung der Motors 41 dient.

Figur 18a zeigt ein Schneckenrad 44, das mit einem ringförmig ausgebildeten Maßstab 1.14 ausgestattet, wobei der Maßstab 1.14 als separates Teil mit dem Schneckenrad 44 verbunden oder mittels Mehrkomponenten-Spritztechnologie einstückig an das Schneckenrad angeformt ist. Die Form des Maßstabes kann den gegebenen Erfordernissen weitestgehend angepaßt werden. Ebenso kann der magnetisierte Bereich vollständig in das Schneckenrad 44 integriert sein, so daß es keine seitlich überstehenden Bereiche gibt. Der zugeordnete Sensor 6 ist am Getriebegehäuse 48 oder dergleichen festgelegt.

Auch das Ausführungsbeispiel von Figur 18b weist ein Schneckenradgetriebe mit einer in die Verzahnung 440 des Schneckenrades 44 eingreifenden Schnecke 45 auf. Eine Rolle 46 mit vergleichsweise kleinem Durchmesser lagert auf der Achse 400 des Schneckenrades und dient der Umlenkung eines Maßstabes 1.15 in Form eines flexiblen, geschlossenen, umlaufenden Riemens oder dergleichen, der über eine auf der Achse 470 lagernden Rolle 47 geführt wird. In der Nähe der Achse 470 ist dem umlaufenden magnetisierten Riemen 1.15 ein vorzugsweise gehäusefester Sensor 6 zugeordnet. Aufgrund dessen, daß der Durchmesser der Rolle 46 sehr viel kleiner als der Durchmesser des Schneckenrades 44 ist, kann eine Vielzahl von Schneckenradumdrehungen vorgesehen werden bis der Riemen einen vollständigen Umlauf absolviert hat. Somit kann für einen derart vorgenommenen Verstellweg jede Position eindeutig zugeordnet werden.

In Figur 19 ist schematisch ein Antrieb mit einer Seiltrommel 50 dargestellt, deren umlaufende schraubenförmige Seilrille 500 über einen Nocken 51 mit dem magnetisierten Maßstabes 1.16 in Eingriff steht. Bei einer Drehung der Seiltrommel 50 kommt es aufgrund der Steigung der schraubenförmig umlaufenden Seilrille 500 zu einer axialen Verschiebung des Maßstabes 1.16, die von einem Sensor 6 sensiert wird, der im Gehäuse der Antriebseinheit integriert ist. Unter Berücksichtigung des Seiltrommeldurchmesser läßt sich der vom Seil übertragene Verstellweg berechnen.

Zur Steuerung eines Fensterhebers läßt sich der magnetisierte Maßstab 1.17 auch an einer sich im wesentlichen in Verschieberichtung verlaufenden Kante einer Fensterscheibe 70 anordnen (siehe Figur 19). Der zugeordnete Sensor 6 wird in der Türkarosserie 71 oder einer elektronischen Steuerungseinrichtung platziert. Der Vorteil dieser Variante liegt vor allem darin, daß sich das Setzungsverhalten der Verstellmechanik nicht auswirken kann.

Ein weiteres Anwendungsgebiet das Längenmeßsystem können Kraftfahrzeugtürschlösser 72 sein, um die Schließlage der Schließteile zu erkennen. Vorzugsweise sollte der Sensor in dem nichtbewegten Gehäuse angeordnet werden und der magnetisierte Maßstab an einem bewegten Schließteil oder an einem damit verbundenen Teil (z.B. Betätigungsgestänge) befestigt sein.

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, daß eine einstückige Integration des magnetisierten Maßstabes in ein Kunststoffteil in vielen Fällen unter Anwendung der Mehrkomponenten-Kunststoff-Spritztechnologie möglich ist, zum

Beispiel in eine Kunststoff-Führungsschiene eines Fensterhebers, eines Abdeckblende, für eine Sitzschiene oder ein Dekorelement. Denkbar ist aber auch, die Funktion des Maßstabes in die Kunststoffumspritzung einer Verzahnung zu integrieren oder daran anzuspritzen.

Ansprüche

1. Längenmeßsystem mit mindestens einem magnetischen Maßstab (1) und mindestens einem Magnetfeldsensor (6), der in Meßrichtung (7) relativ zu dem Maßstab (1) verschiebbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetisierung (2) des Maßstabes (1) eine Komponente in einer Ebene aufweist, die senkrecht auf der Meßrichtung (7) steht, daß die Richtung der Komponente der Magnetisierung (2) entlang der Meßrichtung (7) gedreht ist und daß die Position des Magnetfeldsensors (6) relativ zu dem Maßstab (1) aus der Richtung der Komponente der Magnetisierung (2) bestimmbar ist.
2. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Winkel der Komponente der Magnetisierung (2) bezüglich einer Referenzlinie, die senkrecht auf der Meßrichtung (7) steht, mit dem Fortschreiten in Meßrichtung (7) kontinuierlich ändert.
3. Längenmeßsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Winkel (3) der Komponente der Magnetisierung (2) linear ändert und mit einer konstanten Periodenlänge (4) entlang der Meßrichtung (7) variiert.

4. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel (3) der Komponente der Magnetisierung (2) bezüglich einer Referenzlinie, die senkrecht auf der Meßrichtung (7) steht, in Bereichen (5) stufenweise mit dem Fortschreiten in Meßrichtung (7) eingestellt ist.
5. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (9) eines Maßstabes (1) homogen (2.1) magnetisiert ist.
6. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (9) eines Maßstabes (1) mehrpolig (2.2) magnetisiert ist.
7. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (9.1) des Maßstabes (1) rund ist.
8. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (9.2) des Maßstabs (1) einen nicht dauermagnetischen Kern (10) hat.
9. Längenmeßsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt (9.3) des Maßstabes (1) den nicht dauermagnetischen Kern (10) nicht umschließt.

10. Längenmeßsystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht dauermagnetische Kern (10) weichmagnetisch ist.
11. Längenmeßsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht dauermagnetische Kern (10) ein Profil (11) hat und so als Träger des Maßstabes (1) mit dem Querschnitt (9.4) geeignet ist.
12. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Magnetfeldsensor (6) ein magnetoresistiver Winkelsensor (12) ist.
13. Längenmeßsystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Maßstab (1) genau gegenüberliegend am Querschnitt (9) zwei gleiche magnetoresistive Winkelsensoren (12, 13) vorhanden sind, um Fehler aus einer seitlichen Verschiebung des Maßstabs (1) zu korrigieren.
14. Längenmeßsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der runde Maßstab (1) in Form einer regelmäßigen Schraubenlinie magnetisiert ist und ein magnetoresistiver Winkelsensor (14) entlang der Meßrichtung (16) periodische Signale abgibt.

15. Längenmeßsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetisierung über die gesamte Länge des Maßstabes (1) nur um 180° verdreht ist und so aus dem Signal des magnetoresistiven Winkelsensors (14) die Absolutposition ermittelbar ist.
16. Längenmeßsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der runde Maßstab (17) vom Anfang her in radialer Richtung mit ständig abnehmender Periodenlänge magnetisiert ist und ein Paar (18) magnetoresistive Winkelsensoren in einem Abstand angeordnet ist, der der ersten Periodenlänge am Anfang des Maßstabes (17) entspricht, und daß die Position aus der Winkeldifferenz des Paares der magnetoresistiven Winkelsensoren ermittelbar ist, um Fehler durch eine spontane Drehung des Maßstabes (17) auszuschließen.
17. Längenmeßsystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand des Paares (18) magnetoresistiver Winkelsensoren am Ende des Maßstabes (17) zwei Periodenlängen entspricht und daß so aus der Winkeldifferenz des Paares (18) magnetoresistiver Winkelsensoren die Position absolut ermittelbar ist.
18. Längenmeßsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß den jeweiligen Richtungen der Magnetisierungen (2) in den Bereichen (5) jeweils ein Wert eines mehrstufigen Codes zugeordnet ist.

19. Längenmeßsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der mehrstufige Code vierwertig ist.
20. Längenmeßsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der mehrstufige Code ein Dezimalcode ist.
21. Längenmeßsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß sich ein bestimmter Winkelbereich der Richtung der Magnetisierung (2), der keinem Codewert entspricht, in Sonderbereichen befindet, die in regelmäßigen Abständen vorhanden sind und so die Erkennung eines Wortanfangs ermöglicht ist.
22. Längenmeßsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Winkel der Richtung der Magnetisierung (2) in dem Sonderbereich kontinuierlich mit der Position ändert.
23. Längenmeßsystem nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß zur Codeerkennung die doppelte Anzahl der Stellen des Codes von magnetoresistiven Winkelsensoren vorhanden ist, deren Abstand der halben Länge der Bereiche (5) entspricht.

24. Längenmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei parallele Maßstäbe (1) gleicher Länge mit unterschiedlicher Periodenlänge (4) und einer um eins verschiedenen Periodenzahl mit jeweils einem in Meßrichtung bei gleichem Wert befindlichen magnetoresistiven Winkelsensor vorhanden sind, so daß die Position aus den Winkeln der beiden magnetoresistiven Winkelsensoren absolut ermittelbar ist.
25. Verwendung des Längenmeßsystems nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.1 - 1.17) oder der zugeordnete Sensor (6) mit der Verstellmechanik einer Verstelleinrichtung für ein Kraftfahrzeug in Wirkverbindung steht.
26. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Längenmeßsystem Bestandteil einer Sitzverstelleinrichtung ist, insbesondere einer Einrichtung zur Sitzlängsverstellung, Sitzhöhenverstellung, Sitzlehnenneigungsverstellung, Kopfstützenhöhenverstellung oder Sitzkissentiefenverstellung.
27. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.1) mit einer am Fahrzeugboden festgelegten Führungsschiene (20a) einer Sitzlängsverstellung oder mit einem sonstigen fahrzeugbodenfesten Teil verbunden ist, wobei sich der Maßstab (1.1) im wesentlichen in Verschieberichtung des Sitzes erstreckt, und daß der Sensor (6) mit einem an der Oberschiene (20b) festgelegten Teil verbunden ist.

28. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.2) an einem bezüglich des Fahrzeugbodens nicht höhenverstellbaren Teil, z.B. an der Oberschiene (20b) einer Einrichtung zur Sitzlängsverstellung, lagert und sich im wesentlichen vertikal erstreckt und daß der zugeordnete Sensor (6) am Sitzkissenträger (ST) festgelegt ist.
29. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.3) mit einem schwenkbar gelagerten Hebel (21b) einer Sitzhöhen- oder Sitzneigungsverstellung verbunden ist und daß der zugeordnete Sensor (6) mit dem Teil (20b) direkt oder indirekt verbunden ist, an das mit dem Sensor (6) ausgerüstete Ende des schwenkbaren Hebels (21b) lagert.
30. Verwendung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.3) bezüglich der Schwenkachse des Hebels (21b) kreisbogenförmig ausgebildet ist.
31. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.6) mit einem drehbar gelagerten Getriebeelement einer Einrichtung (22) zur Lehnenneigungsverstellung verbunden ist und daß der zugeordnete Sensor (6) mit einem getriebegehäusefesten Teil verbunden ist.

32. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.6) mit einem lehnfesten Teil und der zugeordnete Sensor (6) mit einem sitzuntergestellfesten Teil verbunden ist oder umgekehrt.
33. Verwendung nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.6) bezüglich der Lehnenschwenkachse kreisbogenförmig ausgebildet ist.
34. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.7) mit der Oberschenkelauflage (23) einer Sitzkissentieffenverstellung verbunden ist und daß der zugeordnete Sensor (6) am Sitzkissenträger befestigt ist.
35. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.8) mit dem Rückenlehnenenträger (RT) und der zugeordnete Sensor (6) mit einem mit der Kopfstütze (K) festen Teil verbunden ist oder umgekehrt.
36. Verwendung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (6) mit einem Getriebe (24b) in Verbindung steht, das entlang eines sich in Verstellrichtung erstreckenden Getriebeelementes (24a) bewegbar ist.

37. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Längenmeßsystem Bestandteil eine Vorrichtung zur Sitzbelegungserkennung und/oder zur Sensierung des Belegungsgewichts ist.
38. Verwendung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.4) an einem mit dem Sitzkissen (S) in Verbindung stehenden Teil befestigt ist und daß der zugeordnete Sensor (6) am Sitzkissenträger (ST) festgelegt ist.
39. Verwendung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.5) in einer Führungshülse (103a), an der der zugeordnete Sensor (6) befestigt ist, derart lagert, daß bei einer Sitzbelegung in Abhängigkeit von der Stärke der Belastung eine Verschiebung zwischen dem Maßstab (1.5) und dem Sensor (6) erzeugt wird.
40. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 25 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (6) direkter Bestandteil einer elektronischen Steuerungseinrichtung (60a - 60c) ist.
41. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Längenmeßsystem Bestandteil eines Fensterhebers ist.

42. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Maßstab (1.9) parallel zur Verzahnung des Zahnsegmenthebels (33) eines Armfensterhebers erstreckt und daß der zugeordnete Sensor (6) in die Antriebseinheit integriert ist.
43. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Maßstab (1.10) in der Nähe der Schwenkachse (330) des Zahnsegmenthebels (33) kreisbogenförmig erstreckt und daß der zugeordnete Sensor (6) an einem mit der Türkarosserie verbundenen Teil (30) befestigt ist.
44. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.11) mit einem in der Führungsschiene (36) eines Kreuzarmfensterhebers geführten Gleiter verschiebbar verbunden ist und daß der zugeordnete Sensor (6) an einem mit der Türkarosserie verbundenen Teil befestigt ist.
45. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.12) mittels eines der Meßvorrichtung zugeordneten Getriebe, das Bestandteil einer Antriebseinheit eines Fensterhebers oder mit dieser gekoppelt ist, synchron mit der Fensterscheibe verstellbar ist und daß der zugeordnete Sensor (5) in die Antriebseinheit integriert ist.

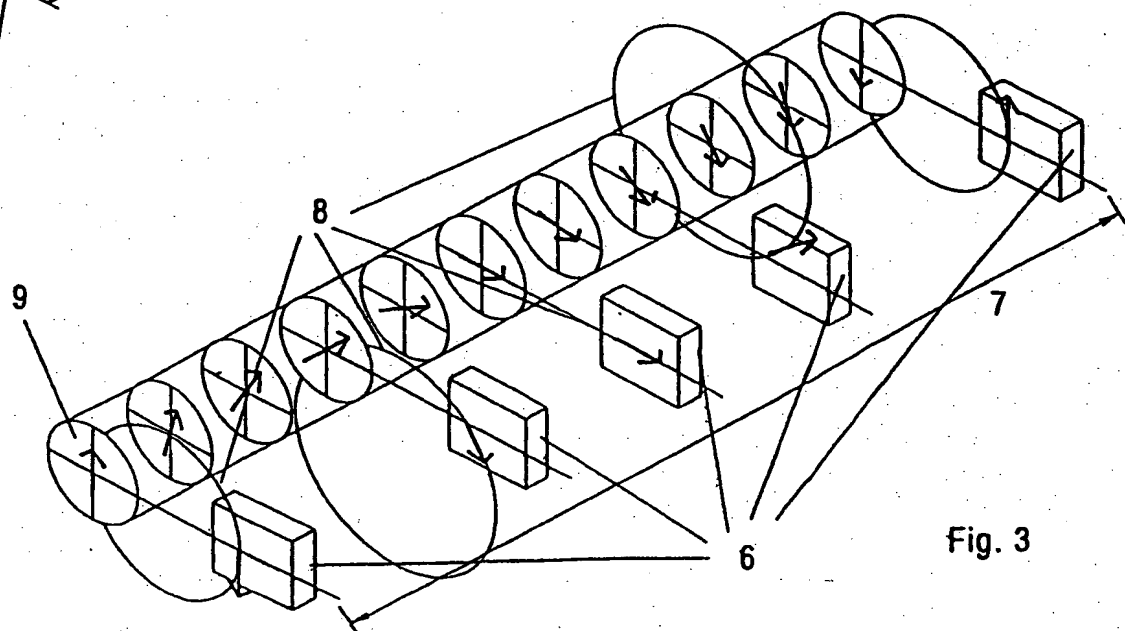
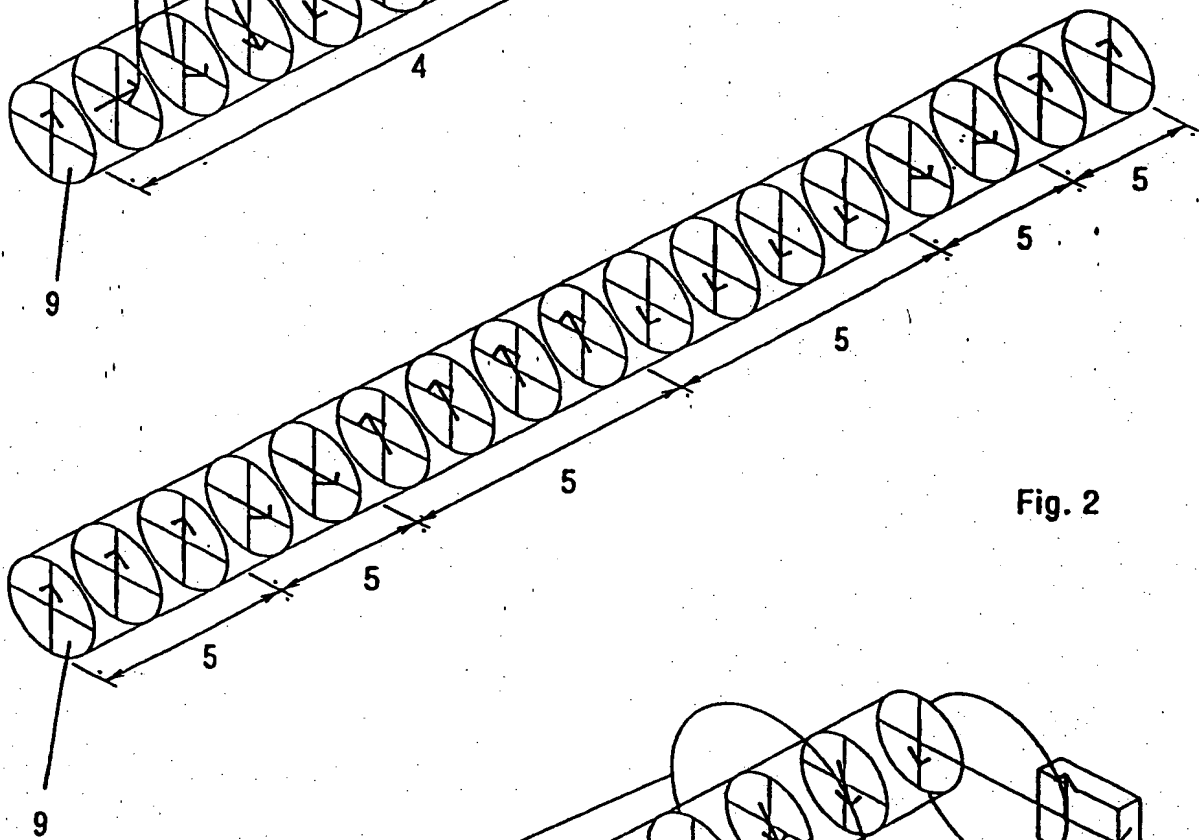
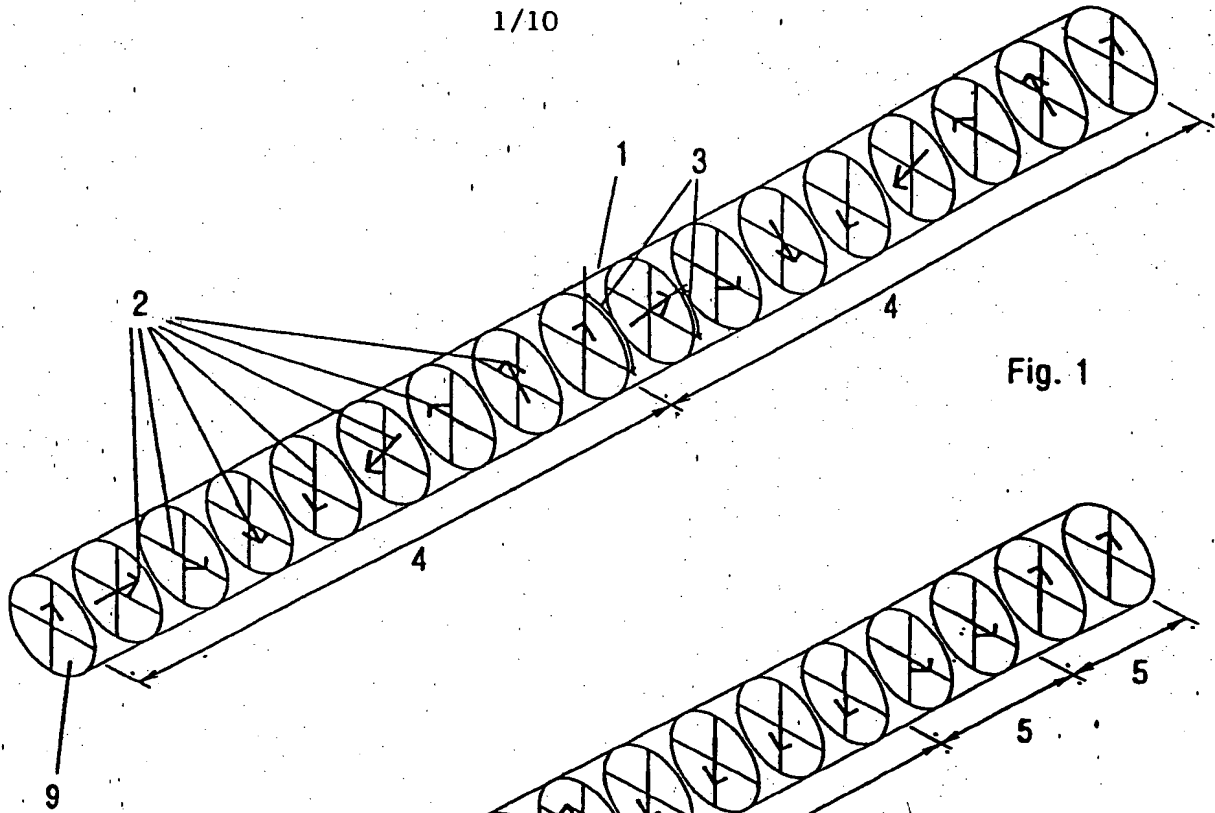
46. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Maßstab (1.13) entlang der Führungsschiene (40) eines Seilfensterhebers erstreckt und daß der Sensor (6) in den mit der Fensterscheibe verbundenen Mitnehmer integriert ist.
47. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.14) ringförmig ausgebildet und mit einer Seiltrommel (44) verbunden ist und daß der zugeordnete Sensor (6) am Getriebegehäuse (48) festgelegt ist.
48. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.15) als ein geschlossenes umlaufendes Band, Riemen oder dergleichen ausgebildet ist, der über eine Drehachse der Antriebseinheit antreibbar und einem gehäusefesten Sensor (6) zugeordnet ist.
49. Verwendung nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, daß der umlaufende Maßstab (1.15) über eine Untersetzung mit der Antriebseinheit derart gekoppelt ist, daß der Maßstab (1.15) beim Durchlaufen des Verstellweges einmal umläuft.
50. Verwendung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.16) einen Nocken (51) aufweist, der in die schraubenförmig umlaufende Seilrille einer

Seiltrommel eingreift und den Maßstab (1.16) bei Drehung der Seiltrommel (50) verschiebt, und daß der Sensor (6) im Gehäuse der Antriebseinheit integriert ist.

51. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab (1.17) an der im wesentlichen vertikalen Kante einer Fensterscheibe (70) angeordnet und einem in der Türkarosserie (71) platzierten Sensor (6) zugeordnet ist.
52. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Maßstab zur Erkennung der Schließlage in einem Kraftfahrzeugtürschloß angeordnet ist.
53. Verwendung nach wenigstens einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (6) mit einer Einrichtung zur drahtlosen Signalübermittlung verbunden ist, die die Meßsignale an eine elektronische Steuerungseinrichtung sendet.

* * * * *

1/10



2/10

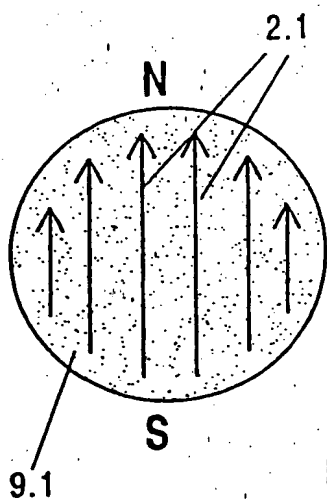


Fig. 4

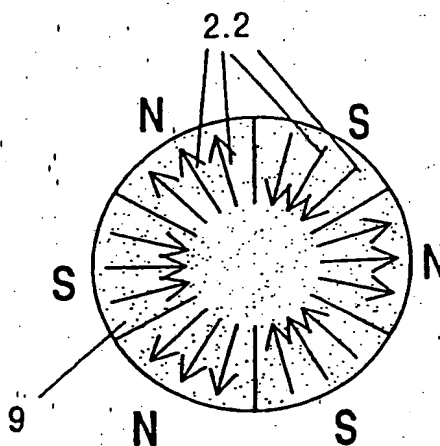


Fig. 5

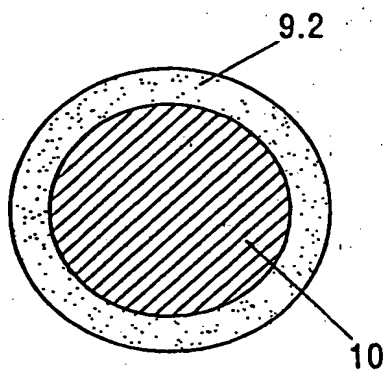


Fig. 6

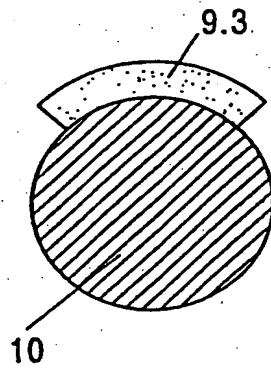


Fig. 7

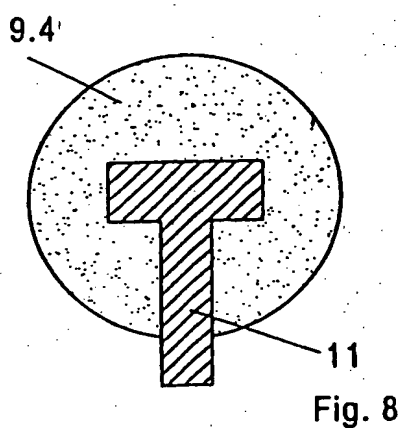


Fig. 8

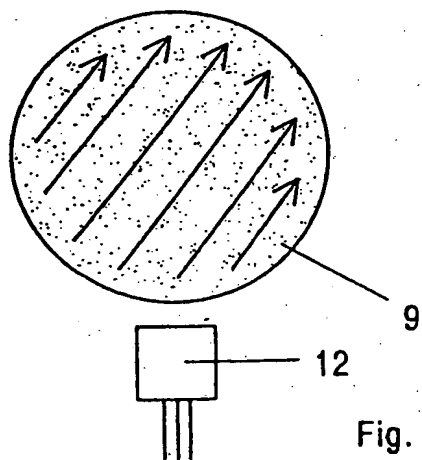


Fig. 9

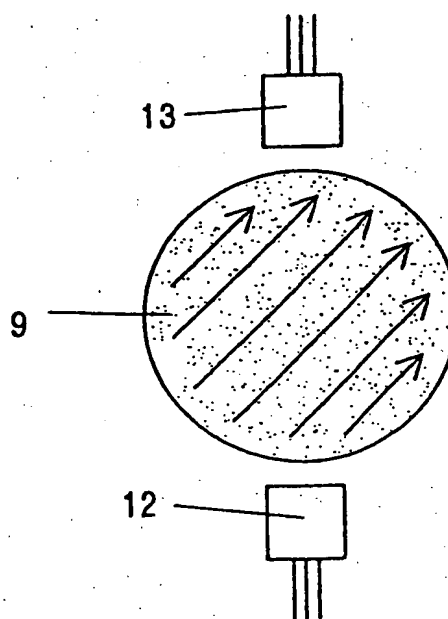


Fig. 10

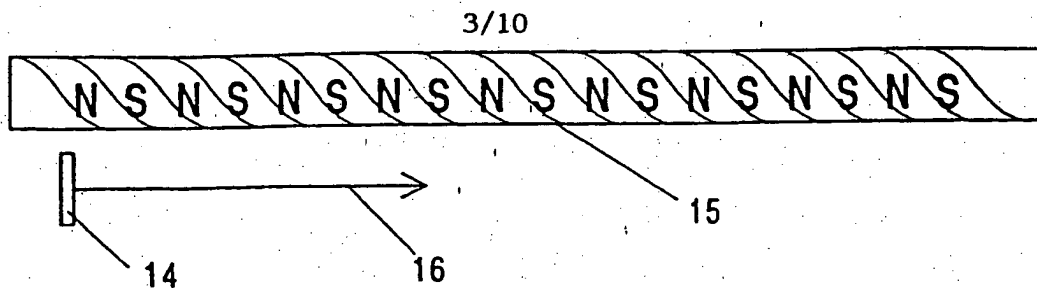


Fig. 11

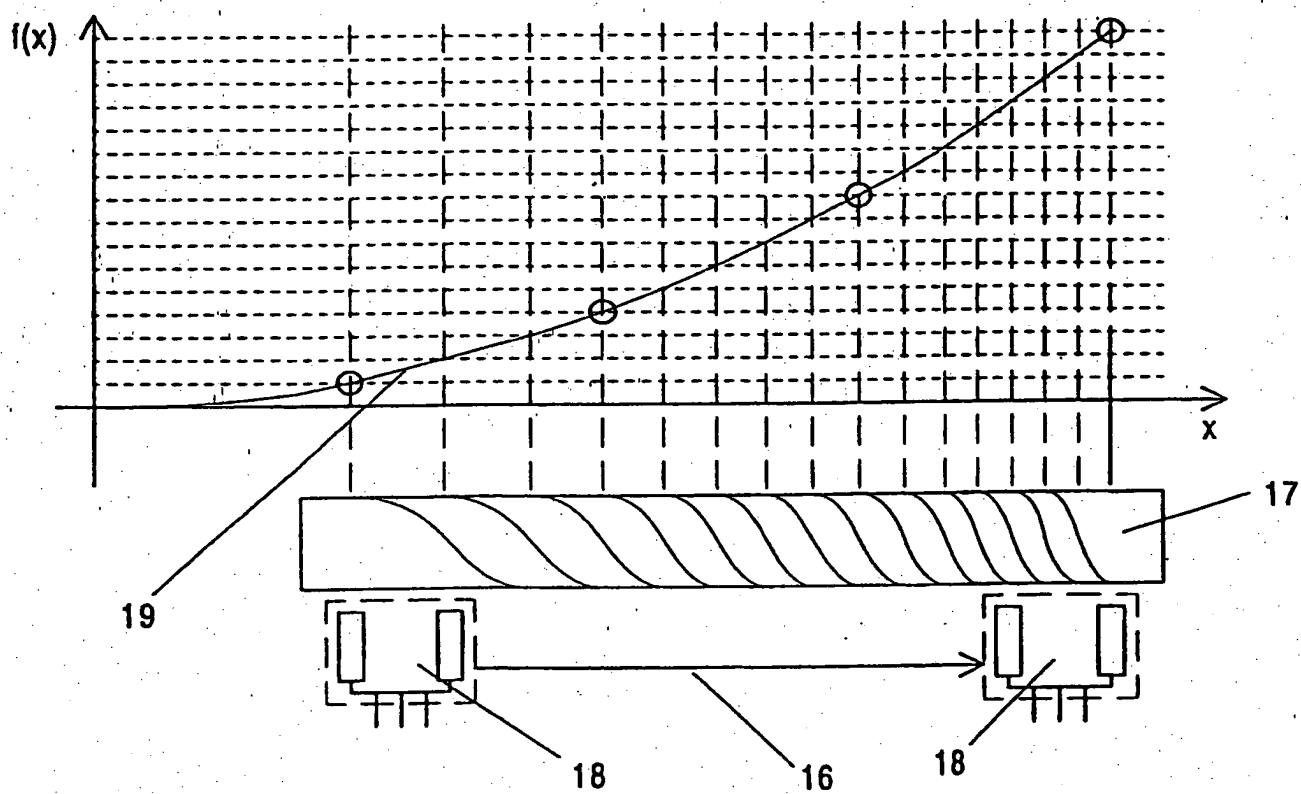
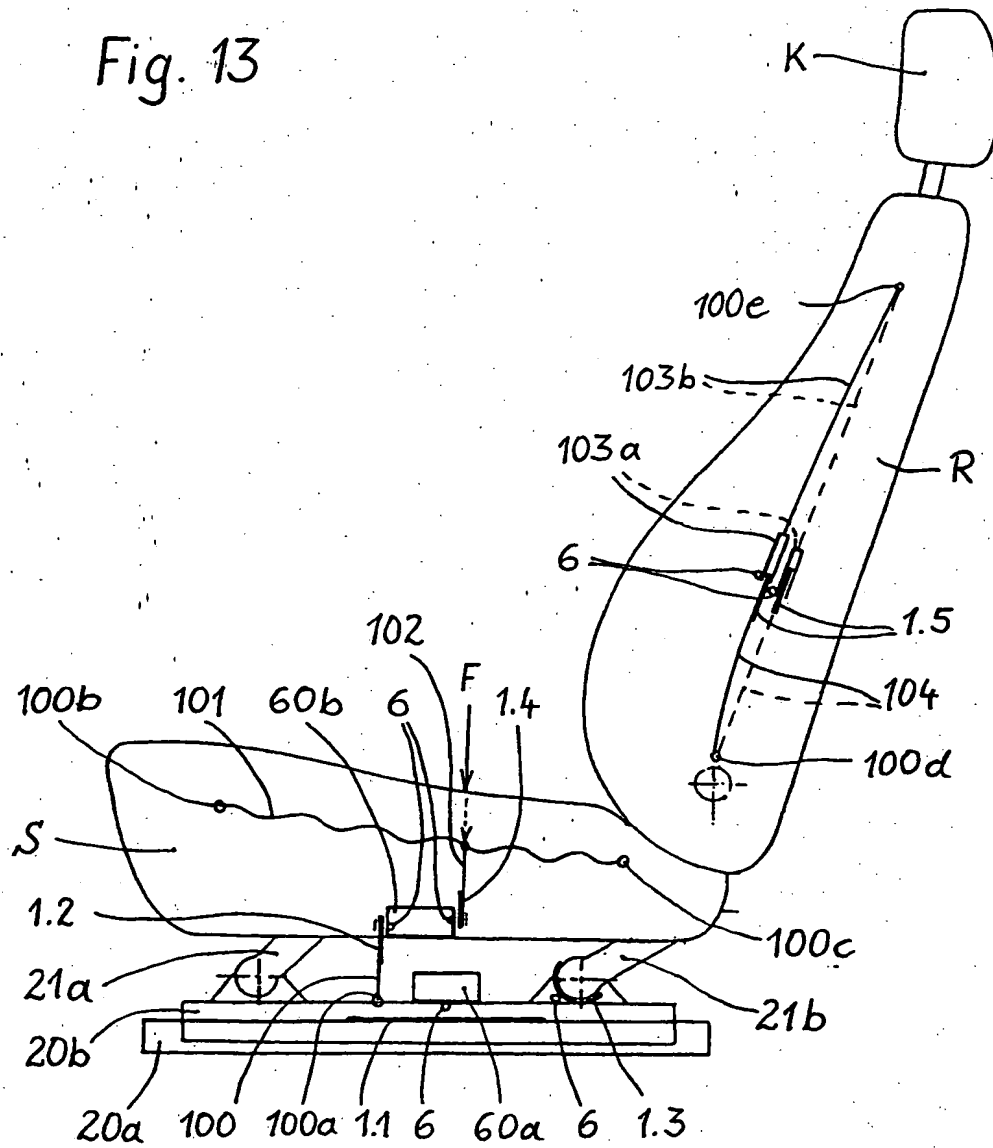


Fig. 12

Fig. 13



5/10

Fig. 14

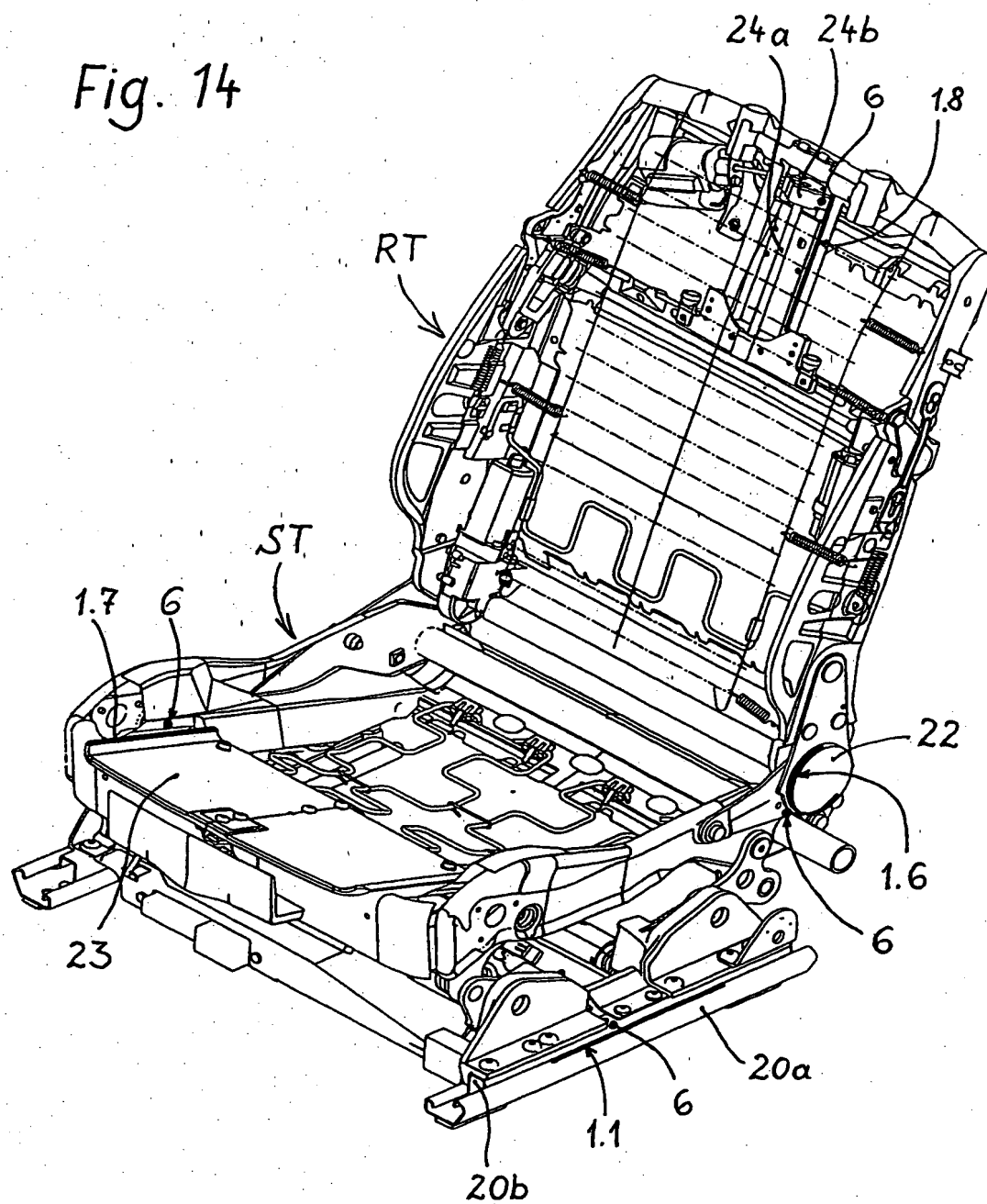


Fig. 15a

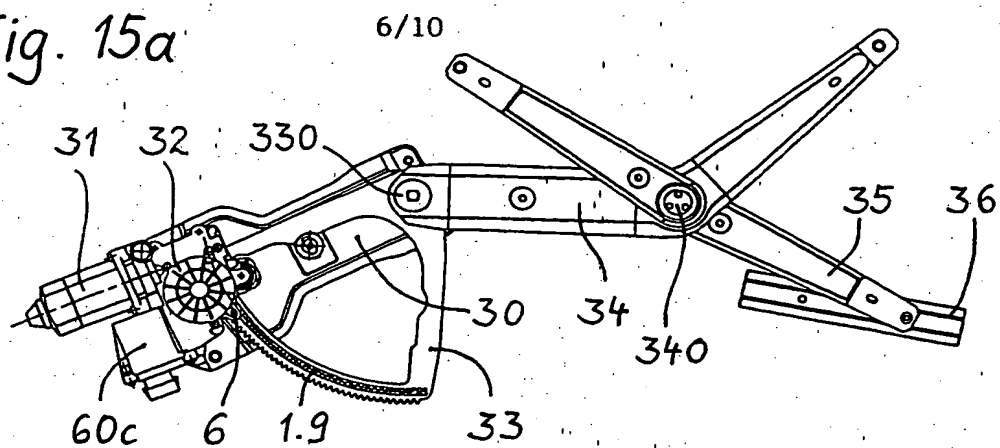


Fig. 15b

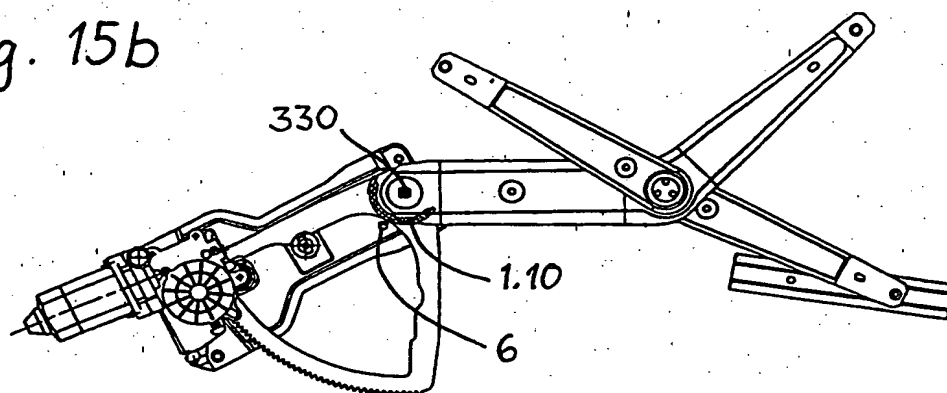
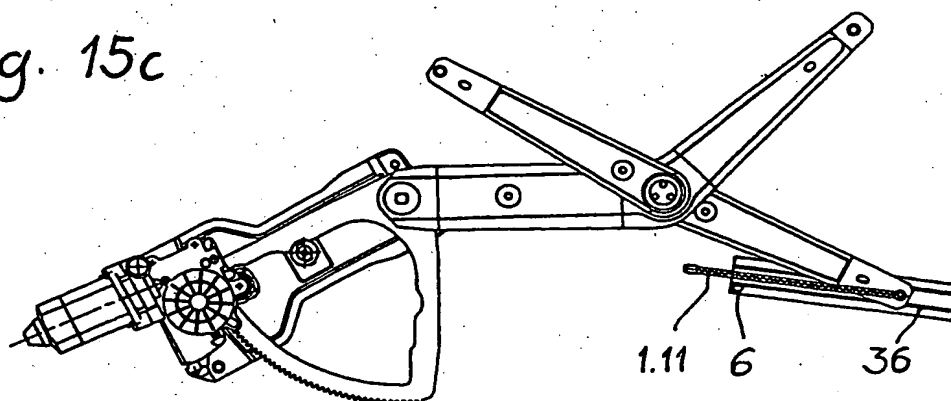


Fig. 15c



7/10

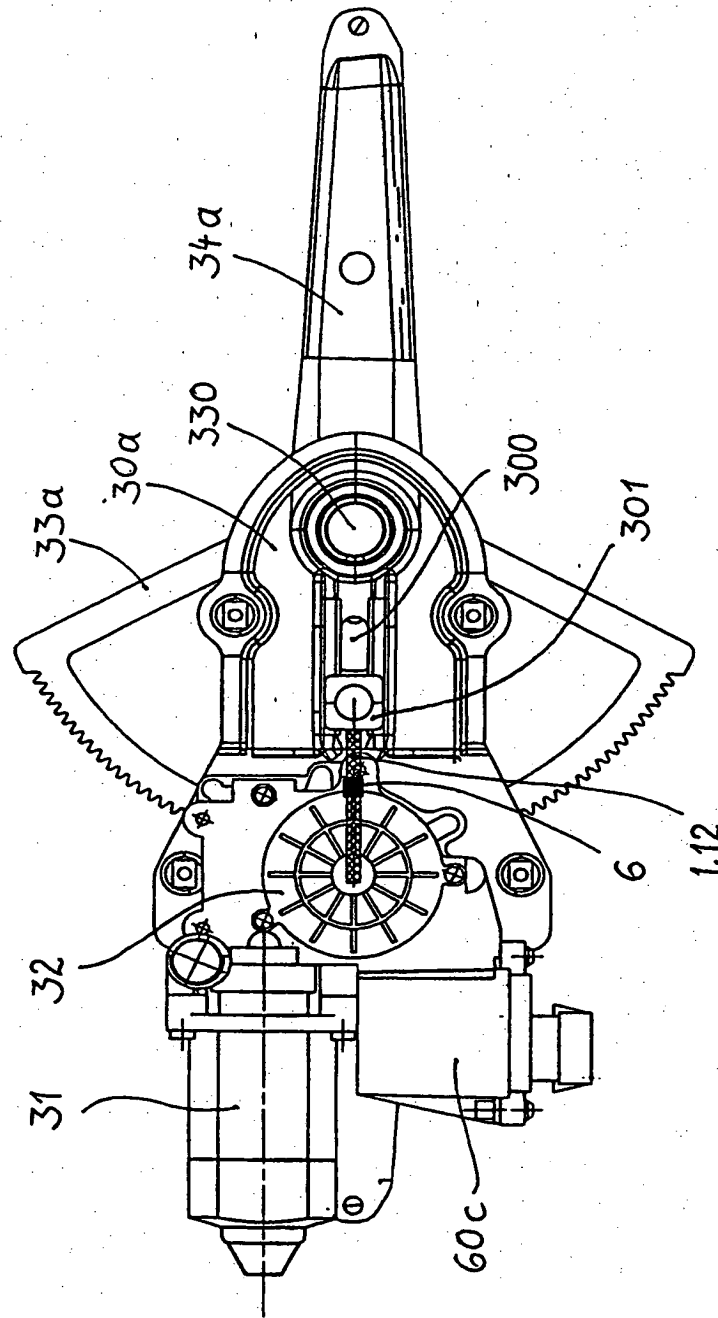
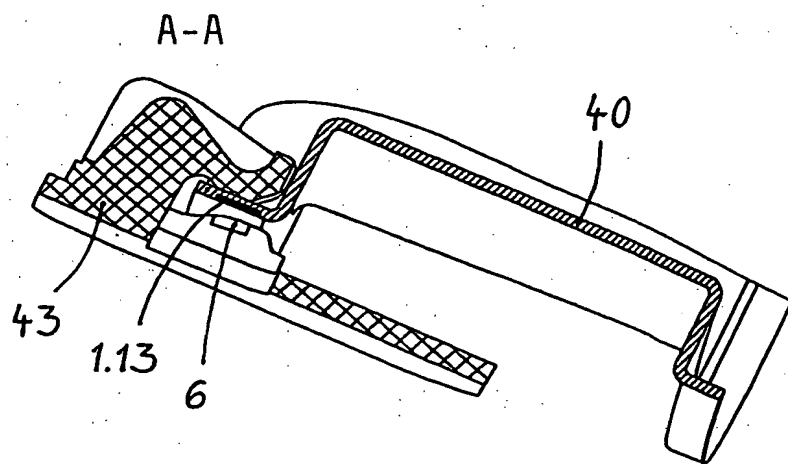
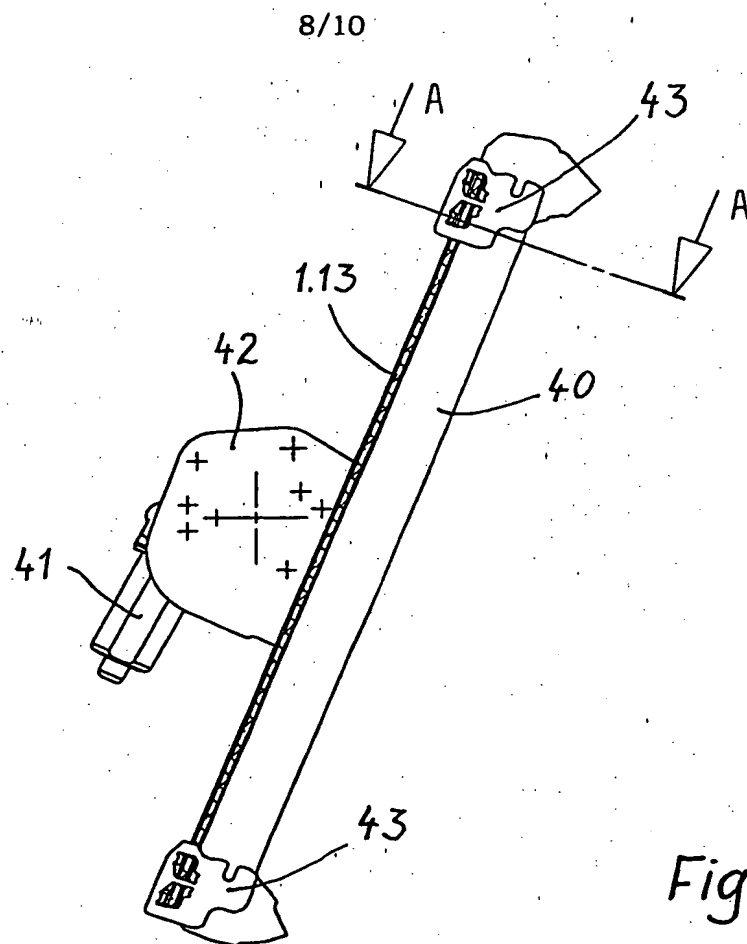


Fig. 16



9/10

Fig. 18a

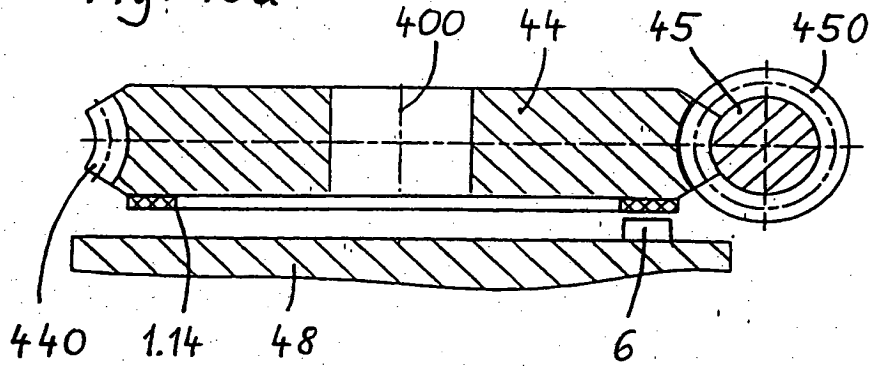
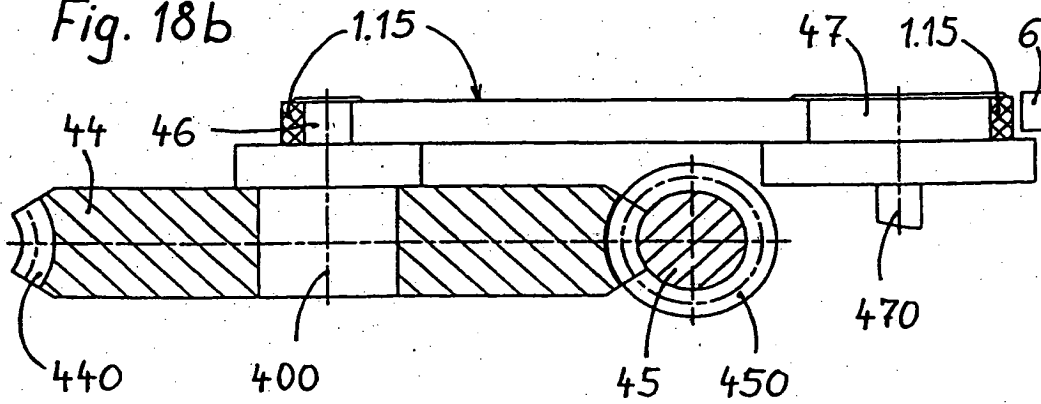


Fig. 18b



10/10

Fig. 19

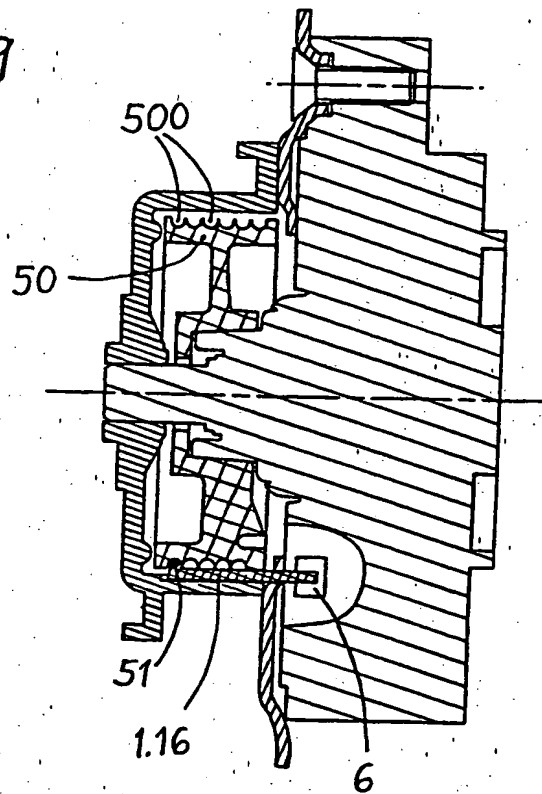
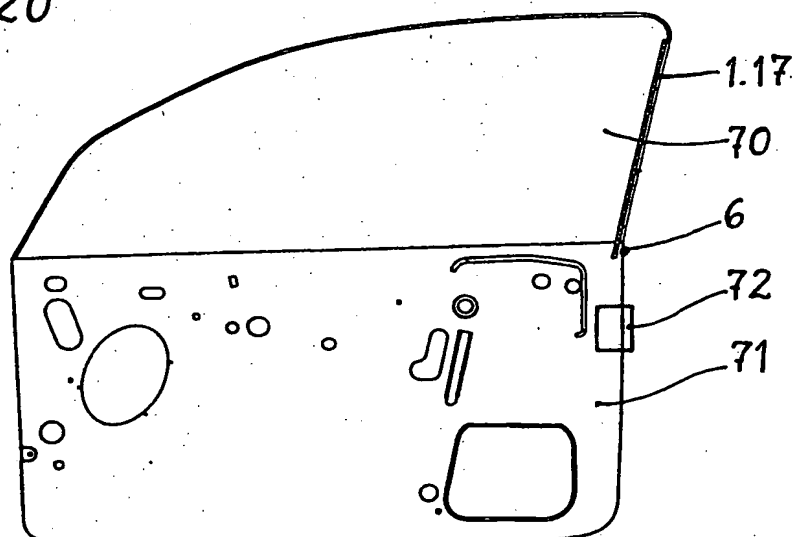


Fig. 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/00788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01D5/14 G01D5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 29 312 A (INST MIKROSTRUKTURTECHNOLOGIE) 14 January 1999 (1999-01-14)	1-5, 12, 13, 18-24
Y		6-11, 14-17
A	the whole document	25-53
Y	"MANCHES IST NUN MACHBAR" ELEKTROTECHNIK, DE, VOGEL VERLAG K.G. WURZBURG, vol. 73, no. 4, 2 April 1991 (1991-04-02), pages 76, 78-79, XP000227652 ISSN: 1431-9578 figure 1	6-11, 14-17
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 2000

Date of mailing of the international search report

17/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lloyd, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. Application No

PCT/DE 00/00788

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 482 341 A (SIEMENS AG) 29 April 1992 (1992-04-29) cited in the application	1-5, 12, 13, 18-24
Y	the whole document -----	6-11, 14-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/00788

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19729312 A	14-01-1999	NONE	
EP 0482341 A	29-04-1992	DE 4030450 A AT 131599 T DE 59107078 D	02-04-1992 15-12-1995 25-01-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00788

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01D5/14 G01D5/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN:

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 29 312 A (INST MIKROSTRUKTURTECHNOLOGIE) 14. Januar 1999 (1999-01-14)	1-5, 12, 13, 18-24
Y		6-11, 14-17
A	das ganze Dokument	25-53
Y	"MANCHES IST NUN MACHBAR" ELEKTROTECHNIK, DE, VOGEL VERLAG K.G. WURZBURG, Bd. 73, Nr. 4, 2. April 1991 (1991-04-02), Seiten 76, 78-79, XP000227652 ISSN: 1431-9578 Abbildung 1	6-11, 14-17
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- * "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- * "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- * "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- * "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- * "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lloyd, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 482 341 A (SIEMENS AG) 29. April 1992 (1992-04-29) in der Anmeldung erwähnt	1-5, 12, 13, 18-24
Y	das ganze Dokument -----	6-11, 14-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00788

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19729312 A	14-01-1999	KEINE	
EP 0482341 A	29-04-1992	DE 4030450 A	02-04-1992
		AT 131599 T	15-12-1995
		DE 59107078 D	25-01-1996

